

## امکان‌سنجی توانمندی تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای در کمک به شناسایی، تبیین، تحلیل پراکندگی فضایی و تأثیر عوامل آب و هوایی بر میزان شیوع بیماری لیشمانیوز در استان ایلام

منوچهر فرج‌زاده‌ی اصل<sup>۱\*</sup>، سروش غلامی<sup>۱</sup>، یوسف قویدل‌رحیمی<sup>۱</sup>

۱- گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تربیت مدرس تهران

\* نویسنده‌ی مسئول: تهران جلال‌آل احمد پل نصر صندوق پستی: ۱۴۱۱۵-۱۳۹ تلفن: ۸۲۸۸۴۶۶۶-۰۲۱-۰۶۵۴۴-۸۸۰۰۲۱-۰۲۱ پست الکترونیک: farajzam@modares.ac.ir

دریافت: ۹۵/۳/۱۹ پذیرش: ۹۵/۶/۱۴

### چکیده

**مقدمه:** لیشمانیوز یکی از بیماری‌های انگلی شایع در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان است که توسط انگل‌های تک‌یاخته‌ای از جنس لیشمانیا ایجاد شده و به واسطه‌ی گزش گونه‌هایی از پشه خاکی به انسان منتقل می‌گردد. این بیماری یکی از بیماری‌های انگلی زئونوزی<sup>۱</sup> است که توسط سازمان جهانی بهداشت در ردیف شش بیماری مهم عفونی مناطق گرمسیری دنیا معرفی شده است. جمعیت حشره‌ی ناقل این بیماری تحت تأثیر آب و هوا تغییر می‌کند؛ این عامل ارتباط بسیار زیادی با عوامل آب و هوایی دارد. هدف از مطالعه حاضر امکان‌سنجی و تبیین توانمندی تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای در کمک به شناسایی، تبیین و تحلیل پراکندگی و تأثیر عوامل آب و هوایی بر میزان شیوع بیماری لیشمانیوز در منطقه‌ی ایلام است.

**روش کار:** برای این کار از داده‌های دما، رطوبت، بارش، سرعت باد و تابش خورشیدی کلی<sup>۲</sup> ایستگاه هواشناسی سینوپتیک و همچنین محصولات دمای سطح زمین<sup>۳</sup>، شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده<sup>۳</sup> سنجنده‌ی مادیس و داده‌های بارش تجمعی ماهواره‌ی TRMM برای یک دوره سه ساله (۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲) استفاده شد. در ابتدا نقشه‌های رستری داده‌های مذکور در محیط Arc GIS تهیه گردید، سپس میزان همبستگی میانگین پیکسل‌های نقشه‌های رستری داده‌های آب و هوایی و ماهواره‌ای با شیوع بیماری لیشمانیوز در مقیاس زمانی فصلی با استفاده از رابطه‌ی همبستگی پیرسون مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و در آخر برای شناسایی و مدل‌سازی متغیرهای محیطی اثرگذار بر میزان شیوع لیشمانیوز، مدل رگرسیون چندگانه میزان شیوع بیماری لیشمانیوز در منطقه بر اساس متغیرهای همبسته، طراحی گردید.

**یافته‌ها:** نتیجه بررسی ضرایب همبستگی برای منطقه حاکی از وجود همبستگی منفی و قوی میان میزان شیوع بیماری لیشمانیوز با دما، دمای خاک و سرعت باد به مقدار به ترتیب: (-۰.۷۶۰، -۰.۷۵۶، -۰.۶۹۱) و همبستگی مثبت با رطوبت نسبی و بارش به مقدار به ترتیب (۰.۶۶۲، ۰.۶۶۰) در داده‌های ایستگاهی و ماهواره‌ای بود. به علاوه، نقش سرعت باد نیز به عنوان یک عامل محدود کننده در منطقه شناسایی شد.

**نتیجه‌گیری:** نتیجه‌ی بررسی‌ها نشان داد که داده‌های سنجنش از دور و به طور اخص داده‌های دمای سطح زمین سنجنده‌ی مادیس و بارش ماهواره‌ی TRMM توانایی قابل قبولی برای جایگزینی با داده‌های هواشناسی ایستگاهی و کمک به تبیین و شناسایی عوامل اثرگذار بر میزان شیوع و الگوهای فضایی پراکندگی این بیماری دارند.

**کلواژگان:** لیشمانیوز، پشه خاکی، LST، TRMM، ماهواره، سنجنش از دور

### مقدمه:

آلوده به انگل از خانواده پسیکودیده، زیرخانواده فلیتومینه، از مخازن حیوانی (عمدتاً جوندگان و گوشت‌خواران اهلی و وحشی) و انسانی به فرد سالم منتقل می‌شود (۱ و ۲). این بیماری بعد از مالاریا دومین بیماری انگلی مطرح در دنیا است (۳). علائم این بیماری زخم‌هایی است که ممکن است تا یک سال روی صورت دست و پا و غیره باقی

بیماری لیشمانیوز یکی از بیماری‌های انگلی مشترک بین انسان و حیوان<sup>۴</sup> است که از طریق نیش زدن گونه‌های خاصی از پشه خاکی به انسان منتقل می‌شود. لیشمانیوز به سه شکل جلدی (سالک)، احشایی (کالآزار)، و جلدی - مخاطی بروز می‌کند. عامل لیشمانیوز جلدی، تک‌یاخته‌ای از گروه تازوک داران خانواده تریپانوزماتیده و از جنس لیشمانیا است که به وسیله گزش پشه خاکی<sup>۵</sup>

<sup>1</sup> Zoonosis

<sup>2</sup> Land Surface Temperature (LST)

<sup>3</sup> Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

<sup>4</sup> Zoonosis

<sup>5</sup> Sandfly

در شهرها سگ‌های ولگرد و در روستاها موش‌های صحرایی) است. با توجه به تأثیرپذیری این بیماری از شرایط آب و هوایی، مطالعه اقلیم و آب و هوا و ارتباط آن با میزان شیوع بیماری یکی از گام‌های اولیه در کنترل این بیماری است (۱-۳، ۷.۵). اما از مشکلات اصلی این گونه مطالعات کمبود داده‌ها، به خصوص داده‌های محیطی برای بررسی و مطالعه اکوسیستم این حشرات، به ویژه از منظر پراکندگی فضایی و تعداد ایستگاه‌های جمع‌آوری داده است.

خوشبختانه در سال‌های اخیر با پیشرفت روز افزون علوم و فن‌آوری، از جمله تکنیک‌های سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، فصلی نوین در مطالعه‌ی اپیدمیولوژی بیماری‌ها، علل ایجاد و نحوه شیوع آنها ایجاد شده است. ارزان و مقرون به صرفه بودن داده‌های سنجش از راه دور، توانایی به دست دادن یک دید جامع، دسترسی به اطلاعات مکان‌های صعب العبور و دور افتاده و ... این ابزارها را به یکی از بهترین امکانات برای دریافت اطلاعات و انجام تحقیقات مبدل کرده است (۱۱). در این ارتباط نیز تاکنون مطالعات خوبی در سطح داخل و خارج در مورد کاربرد داده‌ها و فناوری‌های سنجش از راه دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به انجام رسیده است. به عنوان مثال، در سال ۲۰۱۳ حنفی بجد و همکاران در ایران اقدام به تهیه یک پایگاه دیجیتال از داده‌ها و مقالاتی کردند که از سال ۱۹۳۰ به بعد در ایران پیرامون بیماری سالک به انجام رسیده است. آنها در ابتدا تمامی مطالعاتی که در این سال‌ها انتشار یافته را جمع‌آوری کرده و سپس یک دیتابیس دیجیتالی با فرمت اکسل مشتمل بر همه‌ی اطلاعات مرتبط با بیماری سالک ایجاد کردند. سپس داده‌ها را به محیط Arc GIS ۹.۳ وارد کرده و اقدام به تهیه اولین پایگاه داده‌ی فضایی پیرامون سالک در ایران کردند. این پایگاه داده شامل ۱۳۱ مقاله، ۲ چکیده و ۷۱ پایان نامه کارشناسی ارشد و دکترا از سال ۱۹۳۰ تا ۲۰۱۲ می‌باشد. همچنین، این پایگاه داده در بردارنده‌ی انواع داده‌های در دسترس پیرامون ۵۰ گونه مختلف پشه‌های خاکی از دو جنس فلوتوموس و سرژنتومیا در ایران می‌باشد (۱۰).

در سال ۱۳۹۰ مظفری و همکاران در مطالعه‌ی رابطه بین تراکم پوشش گیاهی و میزان شیوع سالک را با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در دشت یزد- اردکان بررسی کردند. ایشان با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و شاخص پوشش گیاهی نرمال شده<sup>۶</sup>، رابطه بین میزان شیوع بیماری با پوشش گیاهی را مورد تحلیل قرار داده و نشان دادند

مانند. ایران از جمله کشورهای منطقه مدیترانه شرقی است که شیوع سالک در آن بالاست؛ به طوری که جزو ۷ کشور اول دنیا از نظر شیوع این بیماری به شمار می‌آید (۴). این بیماری در مناطق مختلف کشور وجود دارد. از سال ۶۸ تا کنون تعداد مبتلایان به این بیماری سیر صعودی داشته (۵) و سالانه حدود ۳۰۰۰۰ مورد ابتلا به سالک در ایران گزارش می‌شود (۴). بیماری لیشمانیوز جلدی، که در ایران از همه شایع‌تر است، به شکل روستایی (مرطوب) و شهری (خشک) وجود دارد. سالک شهری در شهرهای مشهد، شیراز، تهران، کرمان، نیشابور، یزد، بم و غیره وجود دارد و ممکن است در هر منطقه شهری دیگری نیز بروز یابد. سالک روستایی در مناطقی از استان‌های اصفهان، فارس، خوزستان، کرمان، گلستان، خراسان رضوی، خراسان شمالی، بوشهر، هرمزگان، سمنان، سیستان و بلوچستان، یزد، ایلام و غیره وجود دارد (۶). گونه‌های فراوانی از پشه خاکی عامل انتقال این انگل به انسان هستند که از جمله‌ی آنها می‌توان به فلوتوموس پاپاتاسی که ناقل انگل از موش‌های صحرایی و فلوتوموس سرژنتی که ناقل انگل از سگ آلوده به انسان است را نام برد (۷). این حشرات دارای پراکندگی جهانی بوده و در کشورهای گرمسیر و نیمه گرمسیر وفور بیشتری دارند (۲). در ایران تا کنون حداقل حدود ۵۲ گونه پشه خاکی از دو جنس سرژنتومیا و فلوتوموس پاپاتاسی از مناطق مختلف شناسایی و گزارش گردیده است (۸). حداکثر فعالیت پشه‌های خاکی نواحی معتدل در ماه‌های گرم سال است و از خرداد تا شهریور بیشترین فعالیت را دارند (۹). در اکثر نقاط ایران تعداد پشه‌های خاکی از اواخر اردیبهشت افزایش یافته و در اواخر تیرماه به حداکثر خود می‌رسد. فعالیت زمانی پشه‌های خاکی در مناطق گرم جنوبی حدود ۹ ماه، در قسمت‌های مرکزی فلات ۷ تا ۸ ماه، و در مناطق سردسیر شمال غرب کشور ۴ تا ۵ ماه گزارش شده است (۱۰).

شیوع غالب بیماری‌های عفونی و انگلی از جمله لیشمانیوز، علاوه بر عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی نیز قرار دارد. در بین عوامل اکولوژیکی تأثیرگذار بر شیوع این بیماری، عناصر اقلیمی یکی از اصلی‌ترین عوامل محسوب می‌گردند. شرایط اکولوژیکی این حشرات به گونه‌ای است که رشد و ازدیاد آنها تحت تأثیر شرایط اقلیمی خاصی قرار دارد و در زمان نوسانات اقلیمی و پیش آمدن شرایط بهینه آب و هوایی، تعداد این حشرات ناقل افزایش یافته و به تبع آن میزان شیوع بیماری نیز افزایش می‌یابد. بنابراین مؤثرترین راه پیشگیری، مبارزه با عوامل انتقال بیماری یعنی پشه‌های خاکی و همچنین مخازن اصلی بیماری

<sup>۶</sup> Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

میان شیوع لیشمانیوز و عوامل اقلیمی در گویان فرانسه را با استفاده از مدل آماری آریمای مورد بررسی قرار داده و رابطه منفی‌ای با یک دوره تأخیر دو ماهه با بارش در این منطقه مشاهده کردند. همچنین، ارتباط منفی‌ای بین فاز گرم شاخص نوسان جنوبی (النیو)<sup>۸</sup> و دما را در این منطقه نشان دادند (۱۴). در سال ۲۰۰۴ گبره و مایکل در مطالعه‌ای با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به تهیه نقشه‌های پراکندگی بالقوه دو نوع پشه خاکی فلپوتوموس مارتینی و فلپوتوموس اورینتال، ناقلان بیماری لیشمانیوز کالازار، در شرق آفریقا کردند. آنها پراکندگی این ناقلان را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و داده‌های ماهواره‌ای از جمله شاخص پوشش گیاهی نرمال شده و دمای سطح زمین سنجنده AVHRR ماهواره‌ی NOAA مورد تحلیل قرار دادند. همچنین، برای داده‌های آگروکلیمایی نیز از داده‌های سیستم منطقه‌ای محافظت مزارع (FAO (CPSZ و نقشه‌های رقومی خاک ۱۹۹۸ FAO با هدف ایجاد مدلی برای پیشبینی خطر دو ناقل یاد شده استفاده کردند. سه مدل برای فصل مرطوب، فصل گرم، و سالانه تهیه شد. نتایج نشان داد که برای گونه مارتینی، آستانه‌ی مدل فصل خشک ( $NDVI = 0.07 -$ ) بهترین آستانه بوده و برای گونه‌ی اورینتال، آستانه مدل فصل مرطوب ( $NDVI = 0.01 -$  to  $0.34$  and  $LST = 23 - 34^{\circ}C$ ) بهترین نتیجه را می‌دهد (۱۵). در سال ۲۰۱۴ گوری و همکاران در مطالعه‌ای در شمال شرق هند، رابطه‌ی بین توپوگرافی و میزان شیوع لیشمانیوز احشایی را بررسی کردند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که میزان شیوع در مناطق کم ارتفاع بسیار بیشتر است (کمتر از ۱۵۰ متر). همچنین آنها آستانه حداکثر شیوع را برای  $NDVI$ ، ۰.۰۳ تا ۰.۱۵، و آستانه‌ی دمایی حداکثر شیوع را ۲۵ تا ۲۹ درجه سانتیگراد گزارش کردند (۱۶).

در سال ۲۰۱۲ الکاظم و همکاران در مقاله‌ای به بررسی عوامل محیطی اصلی تأثیرگذار بر ناقلان بیماری لیشمانیوز در جنوب صحرائی سینا پرداختند. ایشان از سال ۱۹۹۶ تا ۱۹۹۷ در ۴۱ نقطه از سینای جنوبی به نمونه برداری از پشه‌های خاکی پرداخته و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به تحلیل ویژگی‌های پراکندگی فضایی گونه‌های مختلف، که می‌توانست از نوع لیشمانیوز مرطوب باشد، کردند و نقاط خطر مرتبط با عوامل محیطی چون ژئولوژی عوامل اقلیمی، هیدرولوژی و ناهمواری را مشخص نمودند. همچنین، در ارتباط با چشم انداز و عوامل محیطی بسیار متغیر صحرائی سینا پراکندگی ۸ گونه پشه خاکی در این منطقه

که در مناطقی که میزان شیوع بیماری بیشتر بوده، میزان پوشش گیاهی فقیر تر بوده است (۲). در سال ۱۳۹۲ یزدان‌پناه و همکاران در مقاله‌ای شرایط اقلیمی مؤثر بر بیماری سالک در شهرستان قصرشیرین را مورد بررسی قرار دادند. آنها از آمار ۹ ساله‌ی شیوع بیماری به علاوه‌ی داده‌های دما، بارش و رطوبت نسبی استفاده کرده و در یک بررسی همبستگی نشان دادند که رابطه‌ی میان میزان شیوع بیماری و دما منفی و معنادار بوده و با افزایش دما میزان شیوع بیماری کاهش می‌یابد. در حالی که هیچگونه رابطه معناداری بین میزان شیوع و رطوبت نسبی و بارش در شهرستان مذکور مشاهده نشد (۴).

در سال ۱۳۹۳ حلیمی و همکاران در مطالعه‌ای شرایط آب و هواشناختی و اکولوژیکی شیوع بیماری سالک در استان کرمان را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها در این مطالعه از داده‌ی ایستگاهی دمای هوا و داده‌های دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی<sup>۷</sup>  $EVI$  استفاده کرده و در نهایت با تحلیل همبستگی‌های همزمان و جانبی در مقیاس ماهانه تلاش کردند رابطه‌ی شیوع این بیماری با فاکتورهای محیطی در زمان‌های مختلف را آشکار سازند. نتایج آنها گویای آن بود که شیوع بیماری با سه فاکتور دمای هوا، دمای خاک و پوشش گیاهی، به صورت همزمان ارتباط معکوس داشته و به ترتیب برابر  $-62.0$ ،  $-56.0$  و  $-48.0$  است. اما نتایج حاصل از تحلیل همبستگی جانبی ایشان گویای آن بود که دو فاکتور حرارتی محیط یعنی دمای هوا و دمای خاک با یک تأخیر ۴ ماهه بیشترین همبستگی را با شیوع بیماری داشته و به ترتیب برابر  $74.0$  و  $62.0$  بوده است. در حالی که شاخص ارتقا یافته پوشش گیاهی با یک تأخیر ۳ ماهه بیشترین همبستگی را با شیوع بیماری در استان کرمان نشان داد (۱۲). در سال ۲۰۱۴ ملالو و همکاران در مقاله‌ای رابطه‌ی میان پوشش گیاهی و میزان شیوع بیماری لیشمانیوز با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن با در نظر گرفتن زمان تأخیر ۰ تا ۴ ماه در منطقه شمال شرق ایران بر اساس شاخص پوشش گیاهی  $NDVI$  به انجام رساندند. نتایج همبستگی نشان داد که رابطه معناداری در سطح  $0.05$  بین شاخص پوشش گیاهی و میزان وقوع لیشمانیوز در سطح آن شهرستان وجود دارد. ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که بالاترین میزان همبستگی بین شاخص پوشش گیاهی و نرخ ماهانه وقوع لیشمانیوز زمانی است که متغیرهای سری‌های زمانی  $NDVI$  از نرخ ماهانه شیوع لیشمانیوز عقب بیافتد (۱۳).

در سال ۲۰۱۳ ناچر و همکاران در مطالعه‌ای ارتباط

<sup>8</sup> El Niño–Southern Oscillation (ENSO)

<sup>7</sup> Enhanced Vegetation Index (EVI)

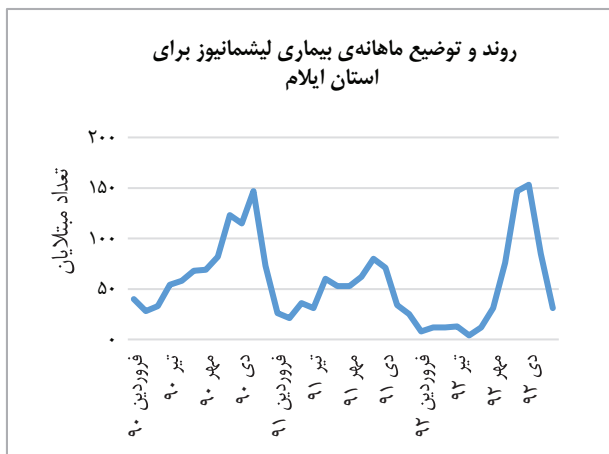
مشخص گردید. مدل‌های رگرسیونی نشان داد که ارتفاع و شرایط اقلیمی از اصلی‌ترین عوامل محدودکننده در توزیع و پراکندگی پشه‌های خاکی در سینای جنوبی هستند (۱۷). حال با توجه به مطالب فوق‌الذکر پیرامون لیشمانیوز می‌توان چنین نتیجه گرفت که کنترل و پیشگیری از رشد و نمو ناقلان این بیماری بسیار کم‌هزینه‌تر از مبارزه با اصل بیماری و درمان بیماران است؛ بنابراین، گام اول در مبارزه با این بیماری شناسایی عوامل مؤثر بر رشد و پراکندگی ناقلان بیماری و ارتباط آنها با عوامل محیطی و آب و هوایی است. سنجش از راه دور نیز به عنوان ابزاری توانمند می‌تواند در پیشبرد این هدف بسیار سودمند واقع شود. با توجه به ویژگی‌ها و تأثیرپذیری این بیماری از عوامل محیطی و اقلیمی، و توجه به این اصل که در مقابله و پیشگیری با بیماری شناخت چگونگی و ویژگی‌های جغرافیایی آن از مراحل اولیه است، شناخت عوامل محیطی تأثیرگذار بر بیماری لیشمانیوز و ناقلان آن در نواحی مورد مطالعه از اصلی‌ترین ارکان مبارزه با این بیماری می‌باشد. هدف مطالعه‌ی حاضر امکان‌سنجی و تبیین توانمندی تصاویر داده‌های ماهواره‌ای در کمک به شناسایی، تبیین و تحلیل پراکندگی و تأثیر عوامل آب و هوایی بر میزان شیوع بیماری لیشمانیوز است.

## روش کار

منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر تقسیمات سیاسی به محدوده‌ی استان ایلام تعلق دارد. این منطقه از شمال با استان کرمانشاه، از شرق با استان لرستان، در جنوب با استان خوزستان و در غرب نیز با کشور عراق هم‌مرز است. این منطقه بین نقاط ۳۴.۰۲ در شمال، ۴۵.۴۵ در غرب، ۴۷.۲۹ در شرق و ۳۲.۰۷ در جنوب محدود شده است. ناهمواری‌های استان ایلام از چین خوردگی‌هایی موازی در جهت شمال غربی و جنوب شرقی بوجود آمده است. شمال و شمال شرق این ناحیه از ارتفاعات و کوهستان‌های بلند تشکیل یافته و نیمه غربی و جنوب غرب آن از نواحی کم‌ارتفاع با شیبی به طرف غرب شکل گرفته که دشتهای وسیع گرمسیر منطقه مهران، دهلران و دشت عباس را در بر می‌گیرد. ارتفاع این دشت‌ها از ۳۰۰ متر کمتر است. وجود این ناهمواری‌ها که در مجاورت سرزمین‌های پست قرار دارند، اختلاف ارتفاع این دو نیمه را به حدود ۳۰۰۰ متر می‌رساند. با توجه به این خصوصیت طبیعی، شکلی از زندگی اجتماعی در این منطقه پدید آمده که امروزه به نظام ایلی و عشایری معروف است، که خود از نقطه نظر مباحث جغرافیای پزشکی حائز اهمیت می‌باشد. آمار ابتلا به بیماری لیشمانیوز در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ از وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی

کشور دریافت گردید. این داده‌ها شامل همه‌ی مبتلایان گزارش شده اعم از پوستی، جلدی- مخاطی و احشایی ثبت شده در مراکز درمانی است که به صورت ماهانه و به تفکیک هر شهر برای کل استان طبقه‌بندی و ثبت شده است. مجموعاً ۲۰۲۶ مورد ابتلا به انواع لیشمانیوز برای سه سال برای کل منطقه ثبت شده است. داده‌های ۸ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک برای کل منطقه در فاصله‌ی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ از سازمان هواشناسی کل کشور تهیه و پس از کنترل و مرتب‌سازی به تاریخ ماهانه‌ی شمسی تبدیل شد. این داده‌ها شامل پارامترهای دمای حداقل، دمای حداکثر، متوسط دمای روزانه ی هوا، متوسط دمای خاک، رطوبت نسبی، مجموع بارش ماهانه، سرعت باد و میزان تابش خورشیدی می‌باشد. با اینکه طول دوره داده‌های لیشمانیوز سه سال بود، برای بررسی بیشتر، داده‌های هواشناسی چهار سال ایستگاه‌های دره شهر، آبادان، دهلران، ایوان، لومار، سراپله (شیروان و چرداول)، ایلام و مهران نیز تهیه شد. داده‌های مورد استفاده برای شاخص پوشش گیاهی، محصول NDVI سنجنده‌ی MODIS با کد MYD۱۳A۳، و قدرت تفکیک مکانی یک کیلومتر و قدرت تفکیک زمانی ماهانه و برای دمای سطح زمین، محصول LST سنجنده‌ی MODIS با کد MOD۱۱C۳ و با قدرت تفکیک مکانی ۰.۰۵ درجه و قدرت تفکیک زمانی ماهانه استفاده گردید. ملاک انتخاب این دو محصول از سری محصولات متنوع این ماهواره، داشتن مناسب‌ترین قدرت تفکیک مکانی و همچنین ماهانه بودن آنها (برای داشتن هماهنگی زمانی با داده‌های شیوع بیماری و هواشناسی) است. همچنین برای داده‌های بارش نیز از داده‌های بارش تجمعی ماهواره‌ی TRMM با کد TRMM۳B۴۳ با قدرت تفکیک مکانی ۰.۲۵ درجه و به صورت ماهانه استفاده شد. به دلیل تاریخ میلادی تصاویر ماهواره‌ای و اختلاف زمانی ۱۰ روزه این داده‌ها با داده‌های ایستگاهی و بیماری، ماه آوریل به عنوان ماه فروردین در نظر گرفته شد و از ده روز اختلاف به ناچار صرف نظر گردید.

روش مطالعه به این صورت بود که در ابتدا، داده‌های میزان شیوع بیماری (تعداد مبتلایان در هر ماه) و داده‌های ایستگاهی با استفاده از نرم افزار Excel ۲۰۱۶ به صورت ماهانه و فصلی مرتب و آماده سازی شد. پس از آن به منظور شناسایی روابط احتمالی حاکم بین پارامترهای محیطی و شیوع بیماری، از ضریب همبستگی پیرسون در نرم افزار SPSS version ۲۲ استفاده گردید. پس از آن برای آشکارسازی تأثیر روابط فضایی حاکم بر پراکندگی عناصر آب و هوایی بر همدیگر و بر میزان شیوع بیماری، از همه‌ی داده‌های شیوع بیماری،



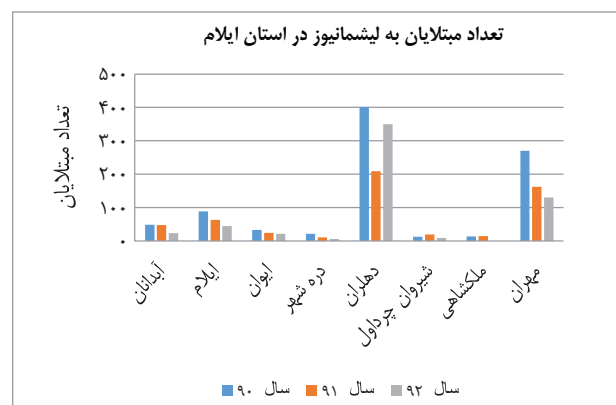
شکل ۲- روند و توزیع ماهانه‌ی بیماری لیشمانیوز در استان ایلام در طول دوره‌ی مورد مطالعه

که بر حسب هر نفر مبتلا در هر هزار نفر می‌باشد (در این نقشه‌ها میزان رشد جمعیت با توجه به نرخ رشد ارایه شده از سوی مرکز آمار ایران برای سال‌های ۹۱ و ۹۲ محاسبه شده است). با نگاهی به نقشه‌های سال‌های ۹۰ تا ۹۲ اطلاعات بیشتری مشخص می‌شود. با اینکه آمار مبتلایان در شهرستان دهلران بالاتر از مهران است، با توجه به نقشه نسبت جمعیتی سال ۹۰ مشخص می‌شود که خطر ابتلا به لیشمانیوز در مهران (۹۰/۸۱ - ۶/۶) بسیار بالاتر از دهلران (۶۰/۶ - ۴۰/۱) است که این گویای خطر بیشتر برای جمعیت ساکن در شهرستان مهران نسبت به دهلران می‌باشد. اما در سال ۹۱ نسبت ابتلا به جمعیت به طور کلی در کل منطقه کاهش یافته که علت آن یکی کمتر شدن میزان ابتلا به لیشمانیوز و دیگری (با تأثیر کمتر) رشد جمعیت است. اما همچنان شهرستان مهران با داشتن بالاترین نسبت میزان ابتلا به جمعیت در رتبه نخست قرار دارد؛ با این حال این نسبت کاهش بسیار زیادی (۹۰/۸۱٪) در سال ۹۰ نسبت به ۵/۸۱٪ در سال ۹۱ داشته است. در سال ۹۲ نیز همچنان روند کلی نسبت ابتلا به جمعیت، سیری کاهشی داشته است. با اینکه نسبت ابتلا به طور کلی در سطح منطقه کاهش داشته، اما در دهلران این نسبت نشان از افزایش دارد. در اولین مرحله از مطالعه، ابتدا ماتریس همبستگی بین مقادیر میانگین پارامترهای آب و هوایی (بارش به صورت تجمعی) و میزان شیوع لیشمانیوز برقرار گردید. اما به جز دهلران، سایر شهرها دارای همبستگی قابل قبولی نبودند. به همین منظور، رسترهای تمام داده‌ها در محیط ArcGIS ایجاد شد و میانگین پیکسل‌های رسترهای تک تک متغیرها وارد ماتریس همبستگی گردید (جدول ۱).

داده‌های آب و هوایی و تصاویر ماهواره‌ای با روش درون یابی IDW نقشه‌های رستری در محیط نرم افزار ArcGIS ۱۰.۳.۱ تهیه گردید و میانگین ارزش‌های پیکسلی رسترهای تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های ایستگاهی و میزان شیوع بیماری نیز استخراج شد و به صورت فصلی وارد ماتریس‌های همبستگی گردید. در مرحله آخر برای تهیه مدلی جهت شناسایی ارتباط بین شیوع لیشمانیوز و عوامل محیطی مؤثر بر جمعیت مبتلایان به بیماری، از مدل رگرسیون خطی چندگانه با روش Enter استفاده شد.

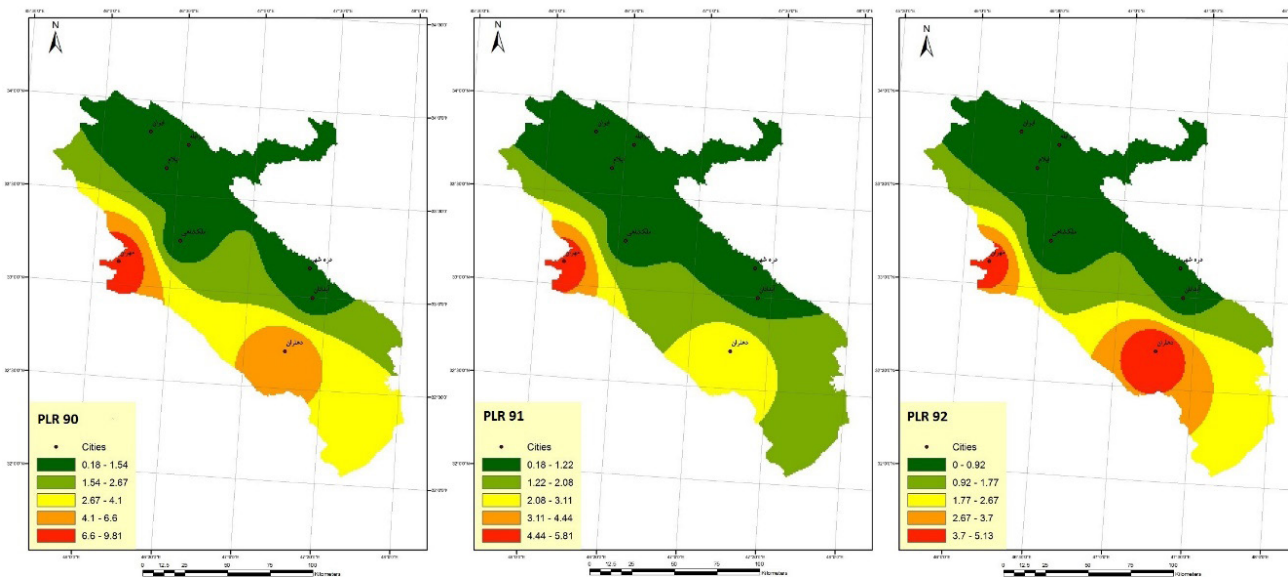
## یافته‌ها

شکل ۱ نشان‌دهنده توزیع بیماری لیشمانیوز در سال‌های ۹۰ تا ۹۲ می‌باشد. بر اساس شکل ۱، بیشترین آمار ابتلا به لیشمانیوز ابتدا در شهرستان دهلران و پس از آن در مهران به ثبت رسیده که هر دو در نزدیکی هم و در یک منطقه‌ی گرمسیری پست، در همسایگی کشور عراق قرار دارند. شکل ۲ نیز روند سه ساله‌ی این بیماری را در منطقه نشان می‌دهد. نگاهی کلی به نمودار گویای الگوی نسبتاً ثابت در روند کاهش و افزایش بیماری است. به این صورت که حداکثر شیوع در ماه‌های آذر تا بهمن و حداقل شیوع در اواخر بهار تا اواسط تابستان مشاهده می‌شود. دوره کمون این بیماری از چند هفته تا ۶ ماه یا حتی بیشتر، بسته به نوع انگل آلوده‌کننده، متفاوت است. بنابراین می‌توان یک اختلاف زمانی نسبتاً متغیر چندماهه بین نقطه اوج شیوع بیماری با نقطه‌ی اوج جمعیت ناقلین در سطح منطقه انتظار داشت. در شکل ۳ نقشه‌های نسبت ابتلا به جمعیت (PLR)<sup>۹</sup> یا نسبت تعداد مبتلایان به کل جمعیت یا به تعبیری جمعیت در معرض خطر برای سه سال این منطقه آورده شده است.



شکل ۱- نمودار تعداد مبتلایان به لیشمانیوز در استان ایلام در هر سال

<sup>۹</sup> نسبت تعداد مبتلایان به لیشمانیوز به کل (Population-Leishmaniasis Ratio (PLR) جمعیت را در هر ۱۰۰۰ نفر نشان می‌دهد.



شکل ۳- نسبت تعداد میتالیان به جمعیت برای دوره‌ی آماری در سطح منطقه  
جدول ۱- همبستگی مقادیر میانگین پیکسلی رسترهای داده‌ها در استان ایلام

Leishmaniasis	Tmin	Tmax	Tavg	Stavg	RHavg	P	WS	GSR	NDVI	LST	TRMM
همبستگی	-.۷۴۳	-.۷۵۵	-.۷۶۰	-.۷۵۶	.۶۶۰	.۵۰۷	-.۶۹۱	-.۴۲۹	.۱۷۳	-.۷۵۶	.۶۲۲
P-Value	.۰۰۶	.۰۰۴	.۰۰۴	.۰۰۴	.۰۲۰	.۰۹۳	.۰۱۳	.۱۶۴	.۵۹۲	.۰۰۴	.۰۳۱

بحث شد، پشه‌خاکی تحت تأثیر عوامل آب و هوایی قرار دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات پوشش گیاهی و لیشمانیوز هر دو معلول تغییرات عوامل آب و هوایی هستند. اما نکته حائز اهمیت این است که تا چه حد و چگونه؟ پوشش گیاهی می‌تواند تحت تأثیر بارش بیشتر و دمای کمتر افزایش پیدا کند؛ همین قضیه در مورد میزان بیماری لیشمانیوز نیز تا حدودی صادق نظر می‌رسد. اما بیماری لیشمانیوز خود تابع جمعیت پشه‌خاکی است. پس لیشمانیوز به طور غیر مستقیم تحت تأثیر شرایط آب و هوایی قرار دارد. جمعیت پشه‌خاکی با اینکه همچنان تحت تأثیر آب و هواست، اما پیچیدگی‌های بسیار بیشتری دارد. در ایران حدود ۵۴ گونه پشه‌خاکی ناقل انگل‌های مختلف لیشمانیا شناسایی شده، اما هر کدام از آنها اکولوژی نسبتاً متفاوتی (در پهنه‌ی کشور) دارد. علاوه بر این، تغییرات جمعیت مخازن انگل نیز می‌تواند بر نرخ نهایی شیوع بیماری اثرگذار باشد. به عنوان مثال، در زمان خشکسالی، جمعیت جوندگان ممکن است افزایش یابد (جوندگانی که به سکونتگاه‌های انسانی نزدیک می‌شوند). همین امر می‌تواند موجب افزایش جمعیت مخازن آلوده به انگل و افزایش خونخواری پشه‌خاکی و به تبع آن افزایش جمعیت پشه‌خاکی و انتقال بیماری شود. پس می‌توان نتیجه گرفت که در زمان خشکسالی که شاخص پوشش گیاهی در حد پایینی قرار دارد، ممکن است میزان شیوع بیماری افزایش یابد. حتی

نتایج همبستگی‌ها در حالت میانگین رستری بسیار بهتر بود، زیرا تأثیر همسایگی و مجاورت نواحی دارای داده‌های با شیوع بالاتر بر هم آشکارتر شد. با مشاهده ضرایب همبستگی به دست آمده ملاحظه می‌شود که میزان شیوع بیماری با داده‌های ایستگاهی متوسط، حداکثر و حداقل دما و همچنین دمای خاک، سرعت باد و LST در مقیاس زمانی فصلی همبستگی منفی معنادار و با داده‌های TRMM و رطوبت نسبی همبستگی مثبت و معنادار دارد.

### بحث

از آنجایی که فعالیت پشه‌خاکی تحت تأثیر سرعت باد قرار دارد، جریان‌های باد با سرعت بیشتر از ۱.۵ متر بر ثانیه باعث محدود شدن قدرت پرواز پشه‌خاکی شده و از این رو می‌تواند به کاهش میزان شیوع بیماری در ماه‌های خاصی از سال منجر شود (۷). در جدول همبستگی نیز مشخص شد که بین میزان شیوع و سرعت باد همبستگی منفی و معنادار قابل قبولی وجود دارد که نشان‌دهنده تأثیر منفی سرعت باد بر حرکت و خونخواری پشه‌خاکی و به تبع آن میزان کمتر ابتلا به لیشمانیوز است. اما محصول NDVI در مجموع نتوانست ارتباط قابل قبولی با میزان شیوع این بیماری نشان دهد که این خود می‌تواند ناشی از علل متفاوتی باشد. اول از همه، پوشش گیاهی تابعی از دما و رطوبت است. همانطور که در مقدمه نیز در مورد اکولوژی پشه‌خاکی

می‌شود. از طرف دیگر، منطقه‌ی مورد مطالعه منطقه‌ی ای نسبتاً خشک است و می‌توان گفت که، به جز در مناطق شمالی و شرقی، دارای پوشش گیاهی بسیار فقیری است؛ به گونه‌ای که تغییرات دما و بارش در پوشش گیاهی به خوبی مشهود نیست. در جدول ۲ همبستگی بین میانگین مقادیر پیکسلی رسترهای محصولات ماهواره‌ای با متوسط دما و مجموع بارش ایستگاهی مورد محاسبه قرار گرفته است.

کاهش جمعیت پرندگان شکاری، به دلیل شکار غیر مجاز، می‌تواند باعث افزایش جمعیت مخازن خانواده‌های ژربیلینه و افزایش جمعیت پشه‌خاکی و شیوع بیماری شود. از این گذشته، رشد و نمو انگل در درون بدن و ظهور علایم آن دارای دوره‌های متفاوتی است که می‌تواند با تغییرات ماهانه یا فصلی پوشش گیاهی هیچ ارتباط معناداری نشان ندهد. همه‌ی این عوامل باعث ایجاد بی‌نظمی در ارتباط این پدیده با تغییرات پوشش گیاهی

جدول ۲- همبستگی متوسط دما و مجموع بارش با داده‌های ماهواره‌ای در استان ایلام

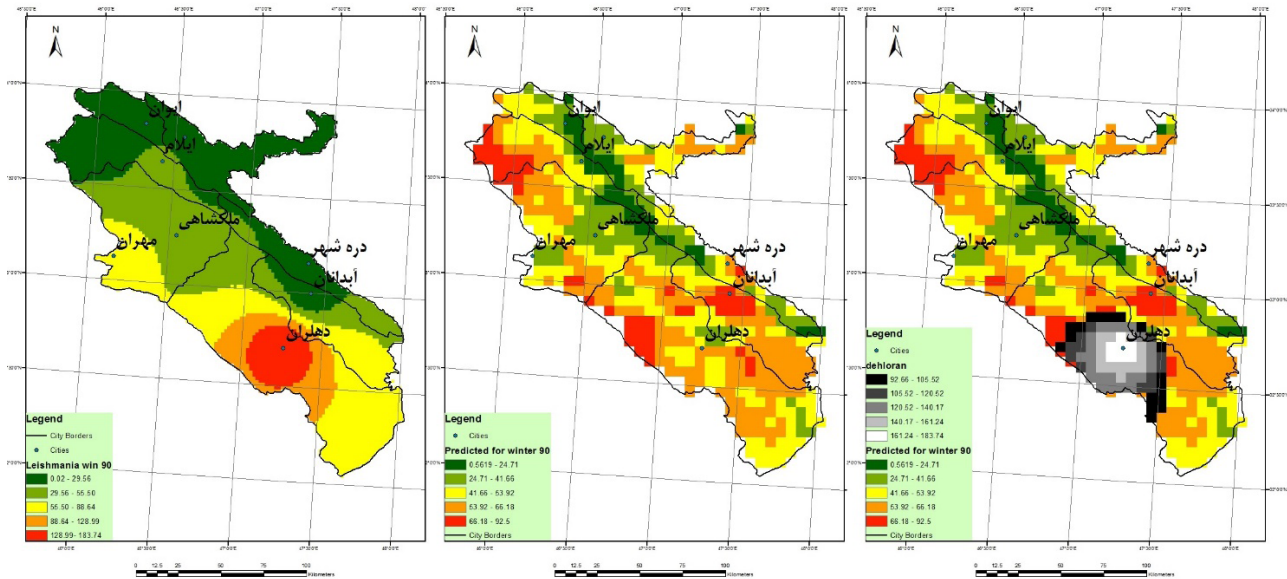
ایلام		Tavg	P	NDVI	LST	TRMM
Tavg	همبستگی	۱	-.۷۹۹	-.۵۷۳	.۹۹۷	-.۸۷۲
	P-Value	---	.۰۰۲	.۰۵۱	.۰۰۰	.۰۰۰
P	همبستگی	-.۷۹۹	۱	.۶۸۹	-.۸۱۷	.۹۷۹
	P-Value	.۰۰۲	---	.۰۱۳	.۰۰۱	.۰۰۰
NDVI	همبستگی	-.۵۷۳	.۶۸۹	۱	-.۵۸۱	.۶۹۰
	P-Value	.۰۵۱	.۰۱۳	---	.۰۴۸	.۰۱۳
LST	همبستگی	.۹۹۷	-.۸۱۷	-.۵۸۱	۱	-.۸۸۸
	P-Value	.۰۰۰	.۰۰۱	.۰۴۸	---	.۰۰۰
TRMM	همبستگی	-.۸۷۲	.۹۷۹	.۶۹۰	-.۸۸۸	۱
	P-Value	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۱۳	.۰۰۰	---

شده به مدل دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای خاک، رطوبت نسبی، سرعت باد، LST و بارش TRMM می‌باشند بر اساس ضرایب بدست آمده، مدل رگرسیونی ترکیبی پیش بینی کننده میزان شیوع لیشمانیوز به صورت زیر است:

مقدار ضریب تعیین مدل نیز ۰.۸۸۶ به دست آمد. ضریب تعیین، نسبت تغییرات متغیرهای تعریف شده به کل تغییرات متغیرهاست؛ در واقع این اندازه گیری این امکان را می‌دهد که تعیین کنیم تا چه اندازه می‌توان به پیش بینی یک مدل یا نمودار مطمئن بود. مقدار ضریب تعیین ۰.۸۸۶ مدل نیز که مقدار قابل قبولی است، گویای این است که ۸۸.۶٪ تغییرات میزان شیوع بیماری لیشمانیوز به واسطه‌ی تغییرات پارامترهای آب و هوایی قابل توجیه هستند. شکل ۴ میزان شیوع بیماری لیشمانیوز برای فصل زمستان سال ۹۰ را نشان می‌دهد. نقشه‌ی سمت چپ داده‌های درونبایی شده‌ی میزان شیوع بیماری لیشمانیوز شهرهای استان ایلام را در زمستان ۹۰ نشان می‌دهد. نقشه‌ی وسط نیز نقشه‌ی به دست آمده از مدل ترکیبی پیش‌بینی کننده‌ی میزان شیوع بیماری لیشمانیوز برای فصل زمستان سال ۹۰ است.

همانطور که در جدول ۲ مشخص است، بین شاخص پوشش گیاهی و سایر پارامترها ارتباط خوبی مشاهده نمی‌شود. اما بین شاخص فصلی پوشش گیاهی و محصول‌های ماهواره همبستگی خوبی برقرار است. به عنوان مثال، بیشترین ارتباط بین پوشش گیاهی و بارش (ایستگاهی و TRMM) مشاهده می‌شود که شاید به دلیل جهت جغرافیایی ناهمواری‌های استان باشد؛ این مسئله در تشکیل الگوی فضایی خاص بارش این استان و به تبع آن پوشش گیاهی اثرگذار است. به این صورت که جهت ناهمواری‌های جغرافیایی ایلام شمال غربی - جنوب شرقی است و به مانند سدی در برابر رطوبت بادهای غربی قرار گرفته و عاملی برای ایجاد بارش‌های اوروگرافیک و ایجاد شرایط افزایش بارش در آزاء افزایش ارتفاع است و در هر طبقه‌ی ارتفاعی مقدار متناسبی از بارندگی رخ می‌دهد. همین میزان خاص بارندگی متأثر از ارتفاع، روی نوع و میزان پوشش گیاهی آن طبقه‌ی ارتفاعی اثر گذاشته و در نهایت نظم کلی بین ارتفاع، دما، بارش و پوشش گیاهی شکل می‌گیرد. در مرحله‌ی آخر برای مدلسازی روابط بین پارامترهای آب و هوایی ایستگاهی و ماهواره‌ای با میزان شیوع بیماری لیشمانیوز، از مدل رگرسیونی چندگانه با روش Enter استفاده شد. در روش Enter همه‌ی متغیرهای مورد استفاده که دارای همبستگی معناداری با میزان لیشمانیوز بودند وارد معادله شدند. متغیرهای وارد

علت انتخاب زمستان سال ۱۳۹۰، تعداد بیشتر داده‌های ثبت شده و همبستگی‌های تا ۱۰ حدودی قوی‌تر بین این داده‌ها و داده‌های ایستگاهی و ماهواره‌ای است؛ برای جلوگیری از افزایش حجم مطالب، نقشه‌های مربوط به سایر فصول درج نگردید.



شکل ۴ - میزان شیوع بیماری لیشمانیوز در زمستان سال ۹۰

اما با توجه به ضرایب همبستگی شیوع با داده‌های ماهواره‌ای مشخص می‌شود که ارتباط این داده‌ها از نظر فضایی می‌تواند با تصاویر ماهواره‌ای تطابق بیشتری نشان دهد. به عنوان مثال، میزان همبستگی بین شیوع بیماری با داده‌های ماهواره‌ی TRMM بیشتر از همبستگی شیوع با رستر درون‌یابی شده‌ی بارش اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها بود. در چنین مطالعاتی برای جلوگیری از بروز این قبیل مشکلات، بهترین کار ثبت و ژئوکد کردن داده‌های مبتلایان در مراکز درمانی نزدیک به محل زندگی بیماران است. این امر باعث می‌شود پراکندگی مبتلایان به بیماری از نظر فضایی به حالت واقعیت نزدیک‌تر شده و در مدل‌ها و روابطی که بر روی رسترها اعمال می‌شوند، خروجی نیز به واقعیت نزدیک‌تر باشد. در نهایت، با توجه به ضرایب همبستگی که در بخش یافته‌ها قرار دارد مشخص می‌شود که میزان شیوع در مقیاس فصلی به طور کلی با دمای هوا، دمای خاک و سرعت باد رابطه‌ای منفی، و با بارش و رطوبت نسبی رابطه‌ای مثبت دارد. همانطور که در پیشینه تحقیق نیز مشاهده شد، مطالعات مختلفی در این زمینه در ایران و جهان انجام گرفته که در اکثر آنها روش مطالعه روش بررسی رابطه با استفاده از ضریب همبستگی و مدل‌های آماری به خصوص رگرسیون چند گانه است. اما در نوع داده‌های به کار گرفته شده و نتایج آنها تفاوت‌هایی وجود دارد. در مجموع در اکثر مطالعات از روش‌های همبستگی و مدل‌های رگرسیونی و یا شبکه عصبی برای پیش بینی میزان شیوع این بیماری استفاده شده است. تفاوت این مطالعه با مطالعاتی از این دست، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سنجنده‌ی MODIS و TRMM و همچنین بررسی اثر و رابطه سرعت باد با میزان شیوع بیماری

همانطور که مشاهده می‌شود، نقاط حداکثر و حداقل میزان شیوع در هر دو نقشه نسبت به هم از منظر فضایی دارای پراکندگی با اختلاف زیاد هستند. با اینکه نقشه‌ی حاصل از مدل دارای خطاهایی می‌باشد، اما با این حال نسبت به نقشه‌ی درون‌یابی شده دارای دقت بسیار بالاتری است و آن الگوی نواری متأثر از توپوگرافی (امتداد پدیده‌های محیطی در جهت شمال غربی- جنوب شرقی) است که در پراکندگی فضایی تمام پارامترهای محیطی در این استان مشاهده می‌شود؛ اما از نظر عددی و پیش بینی نرخ ابتلا به بیماری، اختلاف قابل توجهی با واقعیت (نقشه‌ی درون‌یابی شده) دارد که این اختلاف در اطراف شهرستان دهلران کاملاً مشهود است. حداکثر رقم پیش‌بینی شده برای لیشمانیوز در رستر خروجی مدل، ۹۲ نفر و در رستر داده‌های درون‌یابی شده‌ی لیشمانیای همان فصل ۱۸۳ نفر است. اما این اختلاف می‌تواند متأثر از دلایل زیادی باشد که اصلی‌ترین آن خطای درون‌یابی است. شهرستان دهلران بزرگترین شهرستان استان ایلام است و تمامی داده‌های ثبت شده در این شهر و روستاهای اطراف در این نقطه ثبت شده‌اند. از طرف دیگر این منطقه به طور بالقوه از میزان شیوع بیشتری نسبت به مناطق اطراف برخوردار می‌باشد. بنابراین، تمرکز و جمع‌شدگی داده‌ها در این نقطه باعث ایجاد یک حالت فرین<sup>۱۱</sup> و غیر نرمال در نقشه‌ی درون‌یابی شده‌ی این داده‌ها می‌شود. نقشه‌ی سمت راست نشان‌دهنده‌ی نقشه‌ی خروجی مدل و اختلاف آن با نقشه‌ی درون‌یابی شده است. مشاهده می‌شود که داده‌ها در اطراف شهرستان دهلران تراکم، اما با گستردگی نسبتاً کم قرار گرفته‌اند که این گویای فرین و شدید بودن تراکم داده‌ها در این منطقه است.

<sup>۱۱</sup> Extreme



استفاده از داده‌های سنجش از راه دور و روش آماری دیگری همچون تحلیل عاملی اشاره کرد. همچنین، می‌توان توانایی سنجنده‌های دیگر با قدرت تفکیک مکانی بهتر، همچون Sentinel-2، جهت شناسایی مناطق مستعد شیوع بیماری لیشمانیوز را در مطالعات آینده مورد ارزیابی قرار داد.

### کاربرد در تصمیم‌های مرتبط با سیاستگذاری در نظام سلامت

همواره یکی از چالش‌های پیش روی مدیران و متولیان حوزه‌ی نظام سلامت در بحث بهداشت محیطی و پیشگیری و مبارزه با بیماری‌های عفونی محیطی، عدم دسترسی به اطلاعات به موقع و بروز شرایط محیطی و عوامل اثرگذار بر گسترش این دست بیماری‌هاست. اما با گسترش فناوری و توسعه‌ی دانش سنجش از راه دور و ورود داده‌ها و محصولات این فناوری به عرصه‌ی پزشکی و نظام سلامت، این قابلیت در اختیار مدیران قرار گرفته که با استفاده از اطلاعات و داده‌های به روز و معتبر و با دقت فضایی- زمانی بالا به برنامه‌ریزی هرچه بهتر و سریع‌تر برای پیشگیری و مبارزه با بیماری‌ها و مشکلات بهداشتی مرتبط با فضای جغرافیایی مورد نظر پردازند. دقت فضایی بسیار بالا، در دسترس بودن در کمترین زمان، هزینه‌ی بسیار پایین و قابلیت استفاده در هر زمان از جمله قابلیت‌های عمده‌ی داده‌ها و اطلاعات سنجش از دوری است که می‌تواند در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان حوزه‌ی بهداشت محیطی و مبارزه با بیماری‌های عفونی وابسته به محیط جغرافیایی قرار گیرد. نتایج تحقیق حاضر در مورد بیماری لیشمانیوز و کاربرد داده‌های ماهواره‌های MODIS و TRMM در استان ایلام گویای همین حقیقت است.

در منطقه‌ی ایلام است که در مطالعات دیگر به این صورت انجام نشده است. از جمله محدودیت‌هایی که در سر راه مطالعاتی از این دست قرار دارد می‌توان به عدم دسترسی به داده‌های کافی و نیز توزیع متمرکز داده‌ها در مراکز شهرستان‌های بزرگ‌تر و عدم دقت کافی در ثبت اطلاعات مکانی بیماران مبتلا به این بیماری اشاره کرد که در نهایت منجر به بروز خطاهایی در تولید نقشه‌های درون‌یابی شده از این داده‌ها می‌شود.

### نتیجه‌گیری

همبستگی بالای بین میزان شیوع بیماری با داده‌های LST و TRMM نشان‌دهنده‌ی این حقیقت است که استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، به خصوص محصول LST و داده‌های بارش تجمعی TRMM، برای مطالعه‌ی بیماری لیشمانیوز بسیار مفید و سودمند است. این امر نشان دهنده‌ی کارآمد بودن اینگونه داده‌ها در چنین مطالعاتی است. همین‌طور مشخص شد که استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به دلیل داشتن دقت بالاتر و پوشش سراسری در این‌گونه مطالعات می‌تواند سودمند باشد. به عنوان مثال، در استان ایلام رابطه معنادار قوی‌ای بین میزان بارش ایستگاهی و میزان شیوع بیماری لیشمانیوز وجود نداشت، اما رابطه معنادار مثبتی بین میزان شیوع و داده‌های بارش تجمعی TRMM مشاهده شد. این مطلب گویای تأثیر دقت داده‌های ماهواره‌ای در افزایش دقت مدل‌های پیش‌بینی کننده میزان شیوع می‌باشد. کاربرد داده‌های سنجش از راه دور در جغرافیای پزشکی و همین‌طور ارتباط بیماری لیشمانیوز با عوامل محیطی و آب و هوایی همچنان جای پیشرفت داشته و نیاز به مطالعات بیشتری دارد. به عنوان پیشنهادات مطالعات بعدی می‌توان به بررسی ارتباط متغیرهای آب و هوایی با

### References

- 1- Pagheh A, Fakhar M, Sharif M, Danesh V, Ahmadi Z. Epidemiological survey of cutaneous leishmaniasis due to leishmania tropica in a new focus in Khorasan Razavi province [In Persian]. J Mazandaran Univ Med Sci. 2013;23(103):46-52.
- 2- Yazdanpanah H, Baratian A, Karami S. Verifying the relationship between climatic factors and the prevalence of cutaneous leishmaniasis in the city of Qasr-e Shirin [In Persian]. J Spatial Plan Univ Esfahan. 2013;3(3):69-86.
- 3- Mozafari G, Bakhshizadeh F, Gheybi M. Analysis relationship between vegetation cover and salak skin disease in Yazd-Ardakan plain [In Persian]. Geogr Environ Plan J. 2012;4(2):167-78.
- 4- Khani Jeihooni A, Hatami M, Kashfi SM, Heshmati H. The effectiveness of education based on BASNEF model program in promotion of preventive behavior of leishmaniasis among health workers and families under health centers coverage [In Persian]. J Fasa Univ Med Sci. 2012;2(5):26-33.
- 5- Farajzadeh M, Vadudi-Mofid V. Medical Climatology. Tehran: Nashre Entekhab; 1393.
- 6- Shirzadi M. Care Guide for cutaneous leishmaniasis (salak) in Iran. Tehran: Raze Nahan; 1391.
- 7- Rassi Y, Hanafi-bojd A. Phlebotomine Sandflies, Vectors of Leishmaniasis. Tehran: Tehran university of medical science; 2006. 2-126 p.
- 8- Kassiri H, Javadian E, Hanafi-Boj AA. Species composition of Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) in Nikshahr county, south-eastern Iran. Journal of vector borne diseases. 2011;48(3):159-62.
- 9- Nilforoushzadeh M. Iran and Saudi Arabia have the highest incidence rate of cutaneous leishmaniasis. Available from: <http://hakimemehr.ir/fa/news/3102>.
- 10- Karimi A, Hanafi-Bojd AA, Yaghoobi-Ershadi MR, Akha-

- van AA, Ghezelbash Z. Spatial and temporal distributions of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae), vectors of leishmaniasis, in Iran. *Acta Trop.* 2014;132:131-9.
- 11- Gholamy S. Analysis and processing the satellite data to identify areas of potential leishmaniasis prevalence in the west and southwest of Iran with a climatic approach [In Persian]. Tehran: Tarbiat Modares University; 2015.
- 12- Yarahmadi D, Halimi M, Zarei Z. Examine the association between climatic indicator and incidence of zoonotic cutaneous leishmaniasis in Kerman Province of Iran [In Persian]. *J Spatial Plan Tarbiat Modares Univ.* 2015;19(3):129-48.
- 13- Mollalo A, Alimohammadi A, Shahrivand M, Reza Shirzadi M, Reza Malek M. Spatial and statistical analyses of the relations between vegetation cover and incidence of cutaneous leishmaniasis in an endemic province, northeast of Iran. *Asian Pac J Trop Dis.* 2014;4(3):176-80.
- 14- Roger A, Nacher M, Hanf M, Drogoul AS, Adenis A, Barsurko C, et al. Climate and leishmaniasis in French Guiana. *The American journal of tropical medicine and hygiene.* 2013;89(3):564-9.
- 15- Gebre-Michael T, Malone JB, Balkew M, Ali A, Berhe N, Hailu A, et al. Mapping the potential distribution of *Phlebotomus martini* and *P. orientalis* (Diptera: Psychodidae), vectors of kala-azar in East Africa by use of geographic information systems. *Acta Trop.* 2004;90(1):73-86.
- 16- Bhunia GS, Kesari S, Jeyaram A, Kumar V, Das P. Influence of topography on the endemicity of Kala-azar: a study based on remote sensing and geographical information system. *Geospatial health.* 2010;4(2):155-65.
- 17- Kassem HA, Siri J, Kamal HA, Wilson ML. Environmental factors underlying spatial patterns of sand flies (Diptera: Psychodidae) associated with leishmaniasis in southern Sinai, Egypt. *Acta Trop.* 2012;123(1):8-15.

## Identifying the Climatic Factors Affecting the Prevalence of Cutaneous Leishmaniosis in Ilam Province, Iran, Using Satellite Imagery

Farajzadeh M<sup>1\*</sup> (PhD), Gholamy S<sup>2</sup> (MSc), Ghavidel Y<sup>3</sup> (PhD)

<sup>1</sup> Department of physical geography, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of physical geography, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Department of physical geography, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

### Abstract

**Introduction:** Leishmaniosis is a common parasitic disease in tropical and subtropical areas of the world caused by protozoan of the genus *Leishmania* and transmitted to human via the bite of the species of sandflies. This is a zoonotic disease subsumed by the World Health Organization (WHO) in the list of 6 important infectious diseases in the world. The population of the insect vector of this disease is influenced by changes in climate, and has a very strong relationship with climatic factors. The current study aimed at verifying and explaining the feasibility and capability of satellite imagery and data to contribute to identifying, analyzing, and explaining the impacts of climatic factors, and its spatial distribution on the prevalence of leishmaniosis in Ilam province, Iran.

**Method:** For this purpose, the climatic data including air temperature, soil temperature, relative humidity, precipitation, wind speed, and global solar radiation from 8 meteorological synoptic stations along with the NDVI and LST products of the MODIS sensor for a 3-year period, from 2011 to 2013, were gathered and used. To carry out the current study, at first, raster of all the data were created in Arc GIS 10.2; then, the correlation between the average of raster's pixels of satellite and stationary data with the raster of leishmaniosis prevalence in a seasonal and temporal scale was verified and analyzed, using the Pearson correlation coefficient. At the end, to identify and model the variables affecting the incidence of leishmaniosis, a multivariate regression model of the prevalence of leishmaniosis was designed for the studied area, based on the correlated variables.

**Results:** The results for the entire studied area in a seasonal temporal scale showed a negative strong correlation between leishmaniosis prevalence and soil temperature, air temperature, and wind speed (with correlation coefficients of -0.760, -0.756, and -0.691, respectively), and a strong positive correlation with relative humidity and precipitation (with correlation coefficients of 0.660 and 0.662, respectively). Also, wind speed was verified as a limiting factor for leishmaniosis prevalence.

**Conclusion:** The obtained result showed that the remote sensing data, particularly the LST product from MODIS sensor and rainfall data from TRMM satellite, had acceptable capabilities to be replaced with meteorological stationary data and they also helped to explain and identify factors influencing the prevalence and distribution of spatial patterns of the disease.

**Keyword:** Leishmaniosis; Sandflies; TRMM; LST; Satellite; Remote Sensing

---

#### Please cite this article as follows:

Farajzadeh M, Gholamy S, Ghavidel Y. Identifying the Climatic Factors Affecting the Prevalence of Cutaneous Leishmaniosis in Ilam Province, Iran, Using Satellite Imagery. *Hakim Health Sys Res* 2016; 19(3): 152- 162

---

\*Corresponding Author: P.O Box 14155-4838, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran