

# ارزیابی شرایط اقلیمی و محیطی شیوع بیماری سالک جلدی در استان کرمان

داریوش یاراحمدی<sup>۱</sup>، منصور حلیمی<sup>۲\*</sup>، زهرا زارعی چقابلیکی<sup>۳</sup>

- 1- استادیار گروه اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان، ایران
- 2- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- 3- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان، ایران

دریافت: ۹۳/۱۰/۸ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۷

## چکیده

بیماری سالک جلدی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های حاره‌ای است که در ایران سالیانه حدود ۲۰ هزار نفر را مبتلا می‌کند. این بیماری از شرایط محیطی و آب‌وهواشناختی اثرپذیری زیادی دارد. این بیماری از طریق حلقه انتقال خود- که گونه‌ای از پشه‌های خاکی خانواده فلیوتوموس است- به شدت متأثر از عوامل محیطی، به‌ویژه عناصر آب‌وهواشناختی است. استان کرمان همواره یکی از کانون‌های اصلی بروز این بیماری در ایران بوده است. هدف اساسی این تحقیق، بررسی تأثیر شرایط آب‌وهواشناختی استان کرمان در شیوع بیماری سالک جلدی طی دوره آماری ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱ است. به‌همین منظور، نخست داده‌های مربوط به شیوع بیماری از مراکز بهداشتی استان به‌صورت ماهیانه دریافت شد و سپس داده‌های مربوط به عناصر آب‌وهواشناختی به‌صورت داده‌های ماهیانه دما، برای دوره آماری مورد نظر از سازمان هواشناسی اخذ شد. دو دسته از داده‌های محیطی نیز برای پایش شرایط میانگین ماهیانه پوشش گیاهی و دمای خاک از محصولات سنجنده MODIS استخراج شد. درنهایت، با تحلیل همبستگی‌های هم‌زمان و جانبی در مقیاس ماهیانه سعی شد وابستگی‌های شیوع این بیماری با عوامل محیطی در زمان‌های مختلف آشکار شود. نتایج گویای آن بود که شیوع بیماری با سه عامل دمای هوا، دمای خاک و پوشش گیاهی، به‌صورت هم‌زمان ارتباط معکوسی دارد که به ترتیب برابر  $-۰/۶۰$ ،  $-۰/۵۲$  و  $-۰/۴۸$  است. اما نتایج تحلیل همبستگی جانبی نشان داد که دو عامل حرارتی محیط یعنی دمای هوا و دمای خاک با تأخیر چهار ماهه، بیشترین همبستگی را با شیوع بیماری دارند که به ترتیب برابر  $۰/۷۴$  و  $۰/۶۲$  است؛ درحالی که شاخص ارتقایافته پوشش گیاهی با تأخیر سه‌ماهه بیشترین همبستگی را با شیوع بیماری در استان کرمان نشان داد.

واژه‌های کلیدی: سالک جلدی، پشه خاکی، همبستگی جانبی، عناصر اقلیمی، استان کرمان.



## ۱- مقدمه

بیماری سالک جلدی بعد از مالاریا دومین بیماری حاره‌ای مهم است (WHO, 2008) که در مناطق گرمسیری آمریکا، آفریقا و شبه‌قاره هند، در نواحی نیمه‌گرمسیری آسیای جنوب غربی و ناحیه مدیترانه آندمیک بوده و هر ساله یک تا دو میلیون نفر در دنیا به این بیماری مبتلا می‌شوند (شیرزادی و همکاران، ۱۳۹۰). عامل بیماری‌زای آن نوعی تک‌یاخته به نام لیشمانیا از راسته کیتوپلاست‌داران است که با توجه به محیط زندگی خود، به دو شکل بدون تاژک آزاد (اماستیگوت یا جسم لشمین) و تاژکدار (پرومستیگوت) دیده می‌شود. لیشمانیوز جلدی به دو نوع شهری و روستایی تقسیم می‌شود. در نوع شهری یا خشک، مخزن بیماری اغلب انسان و گاهی هم سگ است و در نوع روستایی یا مرطوب آن، مخزن بیماری اغلب جوندگان هستند (Boussaa et al., 2008). ناقل بیماری در سالک نوع شهری، پشه خاکی<sup>۱</sup> اهلی به نام فلبوتوموس سرژنتی است که انگل را از انسان به انسان منتقل می‌کند. در سالک نوع روستایی، ناقل اصلی، پشه خاکی نیمه‌وحشی به نام فلبوتوموس پاپاتاسی است که انگل عامل بیماری را از برخی موش‌های صحرائی به انسان منتقل می‌کند (Cardenas et al., 2008). نوع ماده این ناقل خون‌خوار است و از خون انسان و بعضی پستانداران تغذیه می‌کند و در موقع خون‌خواری از مخزن آلوده می‌شود و پس از حدود چهار تا هجده روز برحسب نوع انگل و گونه پشه خاکی و شرایط آب‌وهوایی می‌تواند آلودگی را به میزبان مهره‌دار دیگر منتقل کند (Cross et al., 1996). گرچه سالیانه حدود ۲۰ هزار بیماری لیشمانیوز جلدی در ایران گزارش می‌شود، احتمالاً آمار واقعی بیش از چهار تا پنج برابر آن است (شیرزادی و همکاران، ۱۳۹۰). بروز و شیوع بیماری سالک در کنار عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، متأثر از عوامل محیطی و اکولوژیکی نیز است. عناصر آب‌وهواشناختی همواره محدودیت‌ها یا زمینه‌هایی را برای شیوع بیماری‌ها به وجود می‌آورند. این نقش در شیوع بیماری‌های وکتور بورن<sup>۲</sup> (بیماری‌هایی که از طریق ناقلانی مانند پشه- مالاریا و سالک- و حلزون- فاسیولازیس- و دیگر ناقلان منتقل می‌شوند) از طریق کنترل فازه‌ای

1. Sand Fly

2. Vector Borne

زیستی و تکثیری و نیز دینامیسم و توزیع جغرافیایی ناقلان آن‌ها پررنگ‌تر است. محققان مختلفی به‌ویژه در نواحی‌ای که شیوع بیماری در آن‌ها زیاد است، سعی کرده‌اند تأثیر عوامل آب‌وهوایی را در فعالیت‌های حیاتی و تکثیر پشه‌های خاکی ناقل بیماری سالک آشکار کنند. ازجمله این پژوهشگران می‌توان به کارام و سینگ<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) اشاره کرد که نقش عوامل آب‌وهواشناختی را در توزیع پشه‌های فلبوتامین در نواحی نیمه‌خشک راجستان هند مطالعه کرده‌اند. ایشان به بررسی تأثیر دو عامل درجه حرارت محیط و رطوبت نسبی در طول سال در فراوانی زمانی و مکانی هشت گونه مختلف فلوپوتامین پرداختند و مشاهده کردند که در طی سال در منطقه مورد مطالعه، پشه‌های خاکی فقط در بازه رطوبتی ۳۱ تا ۸۵ درصد به حیات خود ادامه می‌دهند و در مناطقی که رطوبت نسبی خارج از این دامنه است، پشه‌ای مشاهده نمی‌شود. همچنین، براساس یافته‌های تحقیق آن‌ها، در بازه دمایی ۱۷ تا ۳۶ درجه سلسیوس فعالیت‌های حیاتی و انتقال بیماری، و تخم‌گذاری و تکثیر این پشه‌ها انجام می‌گیرد. در ایالت بیهار کشور هند، سابهاکار<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۶) به مطالعه درباره مناطق مستعد پرخطر کالاآزار پرداختند و دریافتند که روستاهای محلی که بیشتر با مرداب‌ها، گیاهان خوراکی، مزرعه‌های نیشکر و موز پوشیده شده‌اند، دارای تعداد زیادی پشه خاکی هستند و این مکان‌ها به‌عنوان مناطق پرخطر آلوده تماس انسانی شناخته شده‌اند. سابهاکار و همکاران در بررسی اطلاعات کاربری اراضی و پوشش زمین به این نتیجه رسیده‌اند که برکه‌ها، جویبارها، کانال‌های آبیاری و رودخانه‌ها در حفظ رطوبت سطوح خاک و زیر خاک با میانگین ۶۵ تا ۸۰ درصد، برای خون‌خواری و انتشار پشه‌های خاکی نابالغ و بالغ بسیار مؤثرند و با هم رابطه مستقیم دارند.

از پژوهش‌های داخلی نیز می‌توان به این موارد اشاره کرد: مظفری و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی ارتباط اوضاع آب‌وهوایی و شیوع بیماری سالک جلدی در دشت یزد- اردکان مشاهده کردند که بین شرایط دمایی دشت یزد اردکان و شیوع بیماری ارتباط معکوس معناداری وجود دارد. مظفری و همکاران در تحقیق دیگری (۱۳۹۰) شرایط تراکم پوشش

---

1. Karam and Singh  
2. Subhakar



گیاهی را در شیوع بیماری سالک جلدی در همین دشت بررسی و مشاهده کردند که در این زمینه بین شیوع بیماری و تراکم پوشش گیاهی نیز ارتباط معکوسی وجود دارد. یزدان پناه و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی رابطه منفی بین دمای هوا و شیوع بیماری سالک در شهرستان قصرشیرین استان کرمانشاه را بررسی کرده‌اند. اگرچه این بیماری در اکثر نواحی کشور دیده می‌شود، استان کرمان به‌ویژه برخی شهرستان‌های آن مانند بم و کرمان همواره یکی از کانون‌های اصلی این بیماری است. با شناسایی و آشکارسازی اثرگذاری شرایط محیطی و آب‌وهوایی بر شیوع بیماری در این استان می‌توان پیش‌هشدارهای لازم را برای شیوع بیماری ارائه کرد؛ بدین ترتیب، اقدامات کنترلی و پیشگیرانه به‌آسانی انجام خواهد شد. در این تحقیق ارتباط شیوع بیماری سالک جلدی با عوامل محیطی و اقلیم‌شناسی در استان کرمان بررسی می‌شود تا از طریق آن، وابستگی‌های محیطی این بیماری در این استان تاحدی روشن شود.

#### ۱-۱- اثرپذیری بیماری سالک جلدی از شرایط آب‌وهوایی و محیطی

عناصر آب‌وهواشناختی و اکولوژیکی یکی از عواملی است که همواره محدودیت‌ها یا زمینه‌هایی را برای بیماری‌هایی که از راه ناقلانی مانند پشه (مالاریا و سالک)، حلزون (فاسیولازیس) و... منتقل می‌شوند، از طریق اثرگذاری بر فازهای زیستی و تکثیری آن‌ها به‌وجود می‌آورد. شرایط آب‌وهوایی و محیطی از جمله دمای هوا، دمای خاک، رطوبت نسبی هوا، رطوبت سطح خاک، سطوح ایستابی آب‌های زیرزمینی، بارش و پوشش گیاهی از عواملی هستند که فعالیت و تکثیر پشه ناقل لشمانیا را تحت تأثیر قرار می‌دهند. با افزایش دما تعداد دفعات خون‌خواری پشه‌خاکی افزایش پیدا می‌کند و به‌دنبال آن، فاصله زمانی تعداد دفعات تخم‌گذاری پشه کاهش می‌یابد (Chaves & Pascal, 2006)؛ بنابراین، با افزایش دما تعداد تخم‌های پشه‌خاکی افزایش می‌یابد. مساعد بودن شرایط دمایی محیط در کنار شرایط دمایی و رطوبتی خاک، نسبت پرت تخم‌ها (تعداد تخم‌هایی که به حشره بالغ تبدیل می‌شوند، به تخم‌هایی که از بین می‌روند) را کاهش می‌دهد (Chaves &

Hernandez, 2004). مطالعات النایم<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۳) و همچنین لاهوری<sup>۲</sup> و همکاران (۱۹۹۹) گویای آن است که بیشترین تراکم پشه‌های خاکی و همچنین فعال‌ترین پشه‌های خاکی (تعداد دفعات خون‌خواری بیشتر در بازه زمانی ثابت) در محدوده دمای ۱۷ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد.

پوشش گیاهی از عوامل مؤثر در تکثیر پشه‌های خاکی به‌شمار می‌رود؛ به‌طوری که مطالعات سابهاکار و همکاران (۲۰۰۶) در منطقه بهار هند نشان داد در روستاهای محلی‌ای که به‌نسبت بیشتری با مرداب‌ها، گیاهان خوراکی، مزرعه‌های نیشکر و موز پوشیده شده‌اند، تراکم بیشتری از پشه‌های خاکی مشاهده می‌شود؛ درحالی که در دوره‌های زمانی که پوشش گیاهی رو به افول می‌نهد، از فراوانی پشه‌های خاکی نیز به‌سرعت کاسته می‌شود.

رطوبت هوا نیز از مهم‌ترین عناصر اقلیمی است که فعالیت‌های حیاتی پشه ناقل بیماری را کنترل می‌کند؛ به‌طوری که براساس نتایج تحقیقات سالمون<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۴)، بیشینه تراکم پشه‌های خاکی در نواحی شمالی آرژانتین در بازه رطوبت نسبی بین ۳۱ تا ۸۵ درصد مشاهده شد و در خارج از این محدوده رطوبتی، چه از لحاظ زمانی و چه از لحاظ مکانی، کمترین تراکم پشه‌های خاکی ناقل لشمانیا وجود داشت. عوامل اقلیمی از جمله بارش و دما، ضمن کنترل فعالیت‌های حیاتی پشه‌های خاکی، دینامیسم و جابه‌جایی‌های جغرافیایی و توزیع فضایی این ناقل‌ها را نیز کنترل می‌کنند (Frank et al., 2002). در نواحی‌ای که دمای هوا بیشتر از آستانه فعالیت حیاتی ناقل است، رخدادهای بارشی می‌تواند با تعدیل دما، ایجاد پوشش گیاهی و افزایش رطوبت نسبی هوا و خاک، به‌صورت موقت زمینه فعالیت و تکثیر پشه را فراهم کند و باعث مهاجرت پشه‌ها به این نواحی مساعد بشود (Cardenas et al., 2008).

گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی گویای این است که در کنار عوامل آب‌وهوایشناختی و اکولوژیکی، عوامل دیگری نیز در بروز و شیوع بیماری سالک جلدی در نواحی مختلف دنیا اثرگذار است (WHO, 2008). رشد شهرنشینی، تبدیل زمین‌های جنگلی به زمین‌های

---

1. Elnaiem  
2. Lahouari  
3. Salamon



کشاورزی و تجاوز به بیوم‌های طبیعی پشه‌های خاکی و مخازن منطقه، فراهم کردن بیوم‌های مساعد برای رشد و تکثیر پشه‌های ناقل و مخازن با ایجاد سدها و آبگیرها در هر منطقه، ایجاد توده‌های زباله و نخاله‌های شهری و ساختمانی که هم به صورت انسانی و هم توسط پدیده‌های طبیعی مانند زلزله می‌تواند در نواحی انسانی به وجود آید، همگی در فراهم‌سازی شرایط مساعد زیستی برای پشه ناقل لشمایا و شیوع بیماری سالک جلدی اثر می‌گذارند؛ برای مثال، شهرستان بم پس از زلزله به یکی از کانون‌های مهم بیماری سالک در استان کرمان تبدیل شده که دلیل اصلی آن تخریب زیرساخت‌ها و عدم جمع‌آوری زباله‌ها و آوارها در ابتدای وقوع زمین‌لرزه بود که به پناهگاه‌های مناسبی برای فعالیت و تخم‌گذاری پشه ناقل درآمد و تا چندین سال آماری شیوع بیماری را در شهرستان بم افزایش داد.

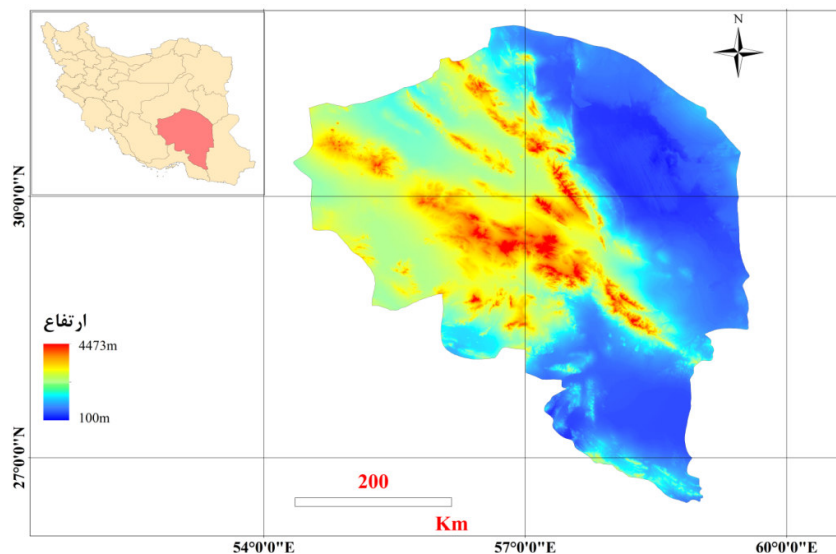
## ۲- داده‌ها و روش‌شناسی

### ۲-۱- چارچوب نظری تحقیق

در این مقاله تأثیر شرایط آب‌وهوایی در شیوع بیماری سالک جلدی بررسی می‌شود. به عبارت دیگر، در این مقاله اپیدمی بیماری سالک جلدی در استان کرمان صرفاً از منظر شرایط آب‌وهواشناختی و شرایط محیطی واکاوی خواهد شد.

### ۲-۲- منطقه مورد مطالعه

استان کرمان در جنوب شرقی ایران قرار گرفته که با دربرگرفتن بیش از ۱۱ درصد از وسعت ایران، پهناورترین استان کشور است. این استان در موقعیت ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی قرار دارد. نقشه منطقه مطالعه در شکل شماره یک نشان داده شده است.



شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه

### ۲-۳- داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق، از دو دسته داده استفاده شد: دسته نخست داده‌های مربوط به بیماران طی دوره آماری ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱ (۶ سال) به صورت ماهیانه و برای کل استان است که از مرکز بهداشت استان کرمان اخذ شد. این داده‌ها در واقع شامل بیمارانی هستند که با داشتن علائم بیماری سالک جلدی به مراکز بهداشت استان مراجعه کرده‌اند و مشخصات آن‌ها (اعم از سن، جنس، تاریخ مراجعه و نوع بیماری) در مرکز بهداشت ثبت شده است. دسته دوم از داده‌ها مربوط به عناصر آب‌وهوایی و دو شاخص محیطی دمای سطح زمین<sup>۱</sup> و شاخص ارتقایافته پوشش گیاهی<sup>۲</sup> است. داده‌های مربوط به عناصر آب‌وهوایی به صورت میانگین ماهیانه برای دوره آماری منطبق با دوره آماری داده‌های بیماری اخذ شد. این داده‌ها شامل میانگین دمای ماهیانه هواسر که در ایستگاه‌های سینوپتیک و کليماتولوژی منطقه به صورت ساعتی و روزانه ثبت می‌شود و در این تحقیق، به صورت میانگین فضایی برای کل استان، از طریق ده ایستگاه

1. land surface temperature (LST)
2. enhanced vegetation index (EVI)

سینوپتیک موجود در محدوده جغرافیای استان کرمان (شامل ایستگاه‌های کرمان، بم، میانده جیرفت، لاله‌زار، کهنوج، رفسنجان، شهر بابک، سیرجان و شهداد) به‌دست آمد. داده‌های محیطی مربوط به دمای سطح خاک و شاخص ارتقایافته پوشش گیاهی با استفاده از محصولات سطح ۳ سنجنده MODIS<sup>۱</sup>، به‌صورت ماهیانه، طی دوره مورد بررسی از زیرگروه Land سایت MODIS<sup>۲</sup> برای منطقه مورد نظر با فرمت داده‌های سلسله‌مراتبی<sup>۳</sup> اخذ شد.

### ۲-۳-۱- داده‌های محیطی

شاخص پوشش گیاهی ارتقایافته یک محصول جدید MODIS است که برای افزایش کارایی شاخص نرمال‌شده پوشش گیاهی<sup>۴</sup> به‌وسیله بهینه‌سازی سیگنال‌های پوشش گیاهی، در محدوده شاخص سطح برگ با استفاده از انعکاس باند آبی برای تصحیح کردن سیگنال پس‌زمینه خاک و کاهش اثر اتمسفر شامل پراکنش ذرات معلق توسعه یافته است (Jiang et al., 2008). این شاخص از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$EVI = G \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C1 \times RED - C2 \times Blue + L)}$$

در این رابطه، Blue، RED و NIR مقادیر بازتابش سطحی در طول موج‌ها بعد از تصحیحات اتمسفری، شاخص تنظیم پس‌زمینه تاج پوشش گیاه، و C1 و C2 ضریب مقاومت آئروسول است که از باند آبی برای تصحیح تأثیر آئروسول‌ها در باند قرمز استفاده می‌کند. این ضرایب در الگوریتم EVI برابر است با:

$$C2=7.5, C1=6, L=1, G(\text{gain factor})=2.5$$

مقدار این شاخص در محدوده  $\pm 1$  است. محدوده معمول برای پوشش گیاهی ۰/۲ تا ۰/۸ است (Solano et al., 2010). این داده‌ها از محصولات سطح ۳ مادیس با قدرت تفکیک مکانی

---

1. moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS)  
2. <http://modis.gsfc.nasa.gov>  
3. hierarchical data format (HDF)  
4. normalized difference vegetation index (NDVI)



مختلف ۲۵۰ متر، ۱ کیلومتر و ۰/۰۵ درجه، و قدرت تفکیک زمانی روزانه: هشت‌روزه، شانزده‌روزه و یک‌ماهه است. در این تحقیق، از محصول EVI با قدرت تفکیک زمانی ماهیانه و مکانی ۱ کیلومتر (MOD13A3) و محصول LST با قدرت تفکیک مکانی ۱ کیلومتر و تفکیک زمانی هشت‌روزه (MOD11A2)، طی دوره آماری مورد بررسی (۲۰۰۶-۲۰۱۱) استفاده شد. محصولات مذکور در سیستم تصویر سینوسیدال<sup>۱</sup> فراهم شد. از آنجا که استان کرمان در چهار بلوک تصویری H22V06, H23V05, H23V06, H22V05 قرار گرفته است، ابتدا با موازیک‌سازی<sup>۲</sup> بلوک‌های چهارگانه مذکور، سپس استخراج محدوده استان کرمان از لایه‌های یکپارچه‌شده LST و EVI و به‌دنبال آن، اختصاص سیستم تصویر UTM زون ۴۰ با datum<sup>۳</sup> WGS84 به آن‌ها، لایه‌های مورد نظر آماده شد.

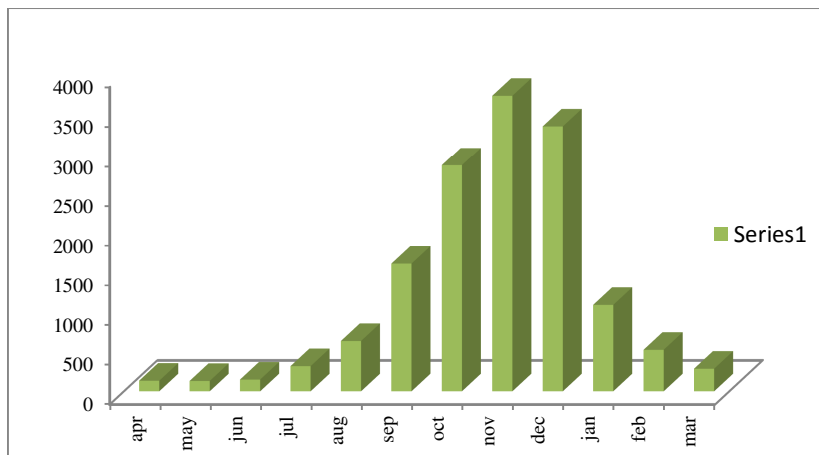
## ۲-۴- تحلیل هم‌بستگی

برای تحلیل هم‌بستگی یا ارتباط عوامل محیطی و آب‌وهواشناختی با داده‌های شیوع بیماری سالک جلدی در استان کرمان، از تحلیل هم‌بستگی پیرسون در سطح اطمینان ۰/۹۵ (P\_value = 0.05) استفاده شد. تحلیل هم‌بستگی جانبی<sup>۴</sup> در گام‌های زمانی یا تأخیرات زمانی<sup>۵</sup> دوازده‌ماهه نیز برای آشکارسازی تأثیرات تأخیری عوامل اقلیمی در شیوع بیماری در همان سطح اطمینان به‌کار گرفته شد.

## ۳- یافته‌ها

داده‌های میانگین شش‌ساله شیوع بیماری به‌صورت ماهیانه در شکل دو نشان داده شده است. همان‌طور که در این نمودار دیده می‌شود، بیشترین شیوع بیماری در استان کرمان در ماه‌های فصل پاییز است. در این استان، ۶۷ درصد موارد ابتلای سالیانه بیماری سالک جلدی در ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر (مهر، آبان و آذر) اتفاق می‌افتد؛ بنابراین، دوره اوج شیوع این بیماری در استان کرمان از ماه سپتامبر (شهریور) تا اواسط زمستان یعنی ماه فوریه (بهمن) است.

- 
1. sinusoidal projection
  2. mosaic to new raster
  3. datum
  4. cross-correlation
  5. lag time



شکل ۲ میانگین پنج‌ساله تعداد مبتلایان به بیماری سالک جلدی در استان کرمان

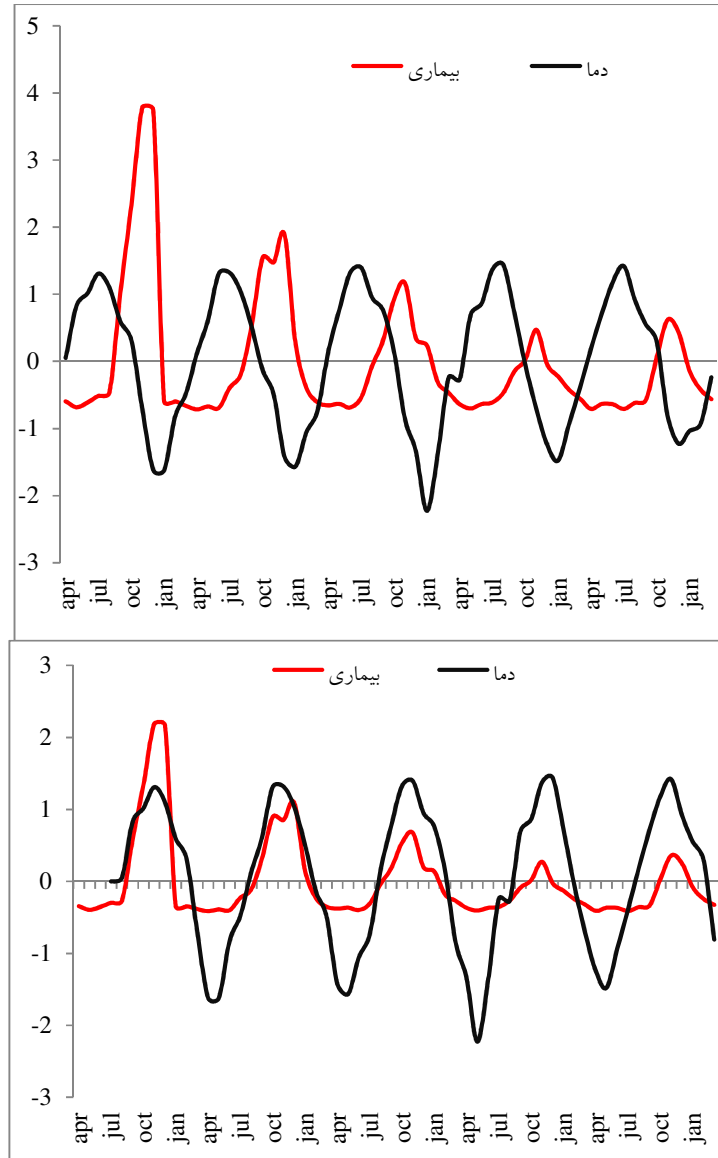
نتایج تحلیل هم‌بستگی داده‌های بروز بیماری که مرکز بهداشت استان کرمان به‌صورت ماهیانه گزارش کرده، و دو عامل حرارتی محیط یعنی دمای هوا (اندازه‌گیری شده در ارتفاع دومتری) و درجه حرارت سطح خاک، در جدول شماره یک آمده است. براساس این جدول، ارتباط بین بروز بیماری با دمای هوا، دمای خاک و پوشش گیاهی به‌صورت هم‌زمان<sup>۱</sup> و بدون در نظر گرفتن تأخیر زمانی منفی است. مقادیر هم‌بستگی داده‌های شیوع بیماری با دمای هوا و دمای خاک، به‌صورت هم‌زمان، به‌ترتیب برابر  $-0/60$  و  $-0/52$  است که بدین معناست: بین شیوع بیماری سالک جلدی و دمای هوا و همچنین دمای خاک ارتباط معکوسی وجود دارد. این هم‌بستگی منفی گویای این است که ماه‌های اوج شیوع بیماری سالک جلدی در استان کرمان - که منطبق بر ماه‌های مهر تا دی است - دقیقاً منطبق بر دوره سرد سال بوده که در آن عوامل حرارتی محیط کاهش می‌یابند؛ بنابراین، مقدار عددی شاخص هم‌بستگی رابطه معکوسی را نشان می‌دهد. نتایج تحلیل هم‌بستگی‌های جانبی تعداد بروز بیماری با دو عامل دمایی یادشده در تأخیرهای زمانی یک تا پنج‌ماهه نیز بررسی و در جدول شماره یک بیان شده است. همان‌طور که در این جدول و شکل‌های شماره دو و سه مشاهده می‌شود، بروز بیماری در هر ماه، بیشترین هم‌بستگی مستقیم را با عوامل درجه حرارت هوا و درجه حرارت خاک دارد؛ دقیقاً چهار ماه قبل از ماهی که

1. simultaneously

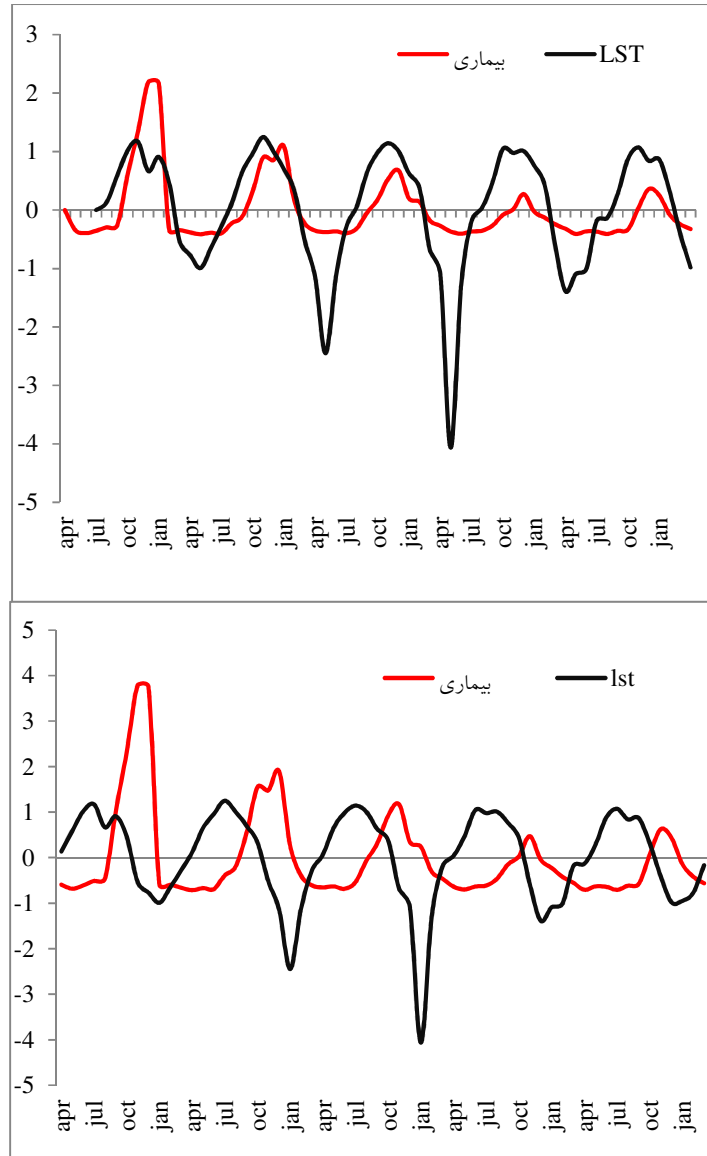
بیماری در آن ثبت شده است؛ به عبارت دیگر، در استان کرمان که ماه‌های اوج شیوع بیماری در آن از مهر تا دی است، با داده‌های دمایی خرداد تا شهریور همان سال، هم‌بستگی زیاد و معناداری را نشان می‌دهد؛ به بیان دیگر، دمای هوا با تأخیری چهارماهه، بیشترین هم‌بستگی را با داده‌های بروز بیماری نشان می‌دهد که برابر  $0/74$  و در سطح اطمینان  $0/95$  معنادار است (P\_value  $= 32 \times 10^{-5}$ ). میزان هم‌بستگی مشاهده‌شده این عنصر اقلیمی و داده‌های بروز بیماری در تأخیرهای یک تا سه ماهه به ترتیب برابر  $0/39$ ،  $0/20$  و  $0/42$  است. در ماه چهارم این هم‌بستگی به اوج می‌رسد و در ماه پنجم کاهش می‌یابد و به  $0/30$  می‌رسد. میزان هم‌بستگی شیوع این بیماری با دمای سطح خاک نیز به‌طور هم‌زمان منفی بوده ( $-0/52$ ) و گویای آن است که بین دمای سطح خاک و بروز بیماری سالک جلدی ارتباط معکوسی وجود دارد؛ اما این عامل محیطی نیز با تأخیری چهارماهه بیشترین هم‌بستگی مستقیم را با بروز بیماری سالک جلدی در استان کرمان نشان می‌دهد که برابر  $0/62$  بوده و در سطح اطمینان  $0/95$  معنادار است (P\_value  $= 26 \times 10^{-4}$ ). نتایج درمورد هم‌بستگی شیوع بیماری با شاخص ارتقایافته پوشش، همان‌طور که در جدول شماره یک آمده است، به‌صورت هم‌زمان، برابر  $0/48$  - به‌دست آمد که گویای این است: ماه‌هایی که در آن‌ها اوج شیوع بیماری مشاهده می‌شود، از لحاظ تراکم پوشش گیاهی، در سطوح پایینی قرار دارند. اما برپایه نتایج تحلیل هم‌بستگی جانبی، تأثیر پوشش گیاهی نیز سه ماه قبل از شیوع بیماری به حداکثر رسیده است؛ به‌طوری که بیشترین میزان هم‌بستگی بروز بیماری با تراکم پوشش گیاهی مربوط به سه ماه قبل است که برابر  $0/58$  بوده و در سطح اطمینان  $0/95$  معنادار است (P\_value = 0.011).

**جدول ۱** میزان هم‌بستگی دمای هوا و دمای خاک با میزان شیوع بیماری سالک جلدی در استان کرمان، در تأخیرات زمانی یک تا پنج‌ماهه

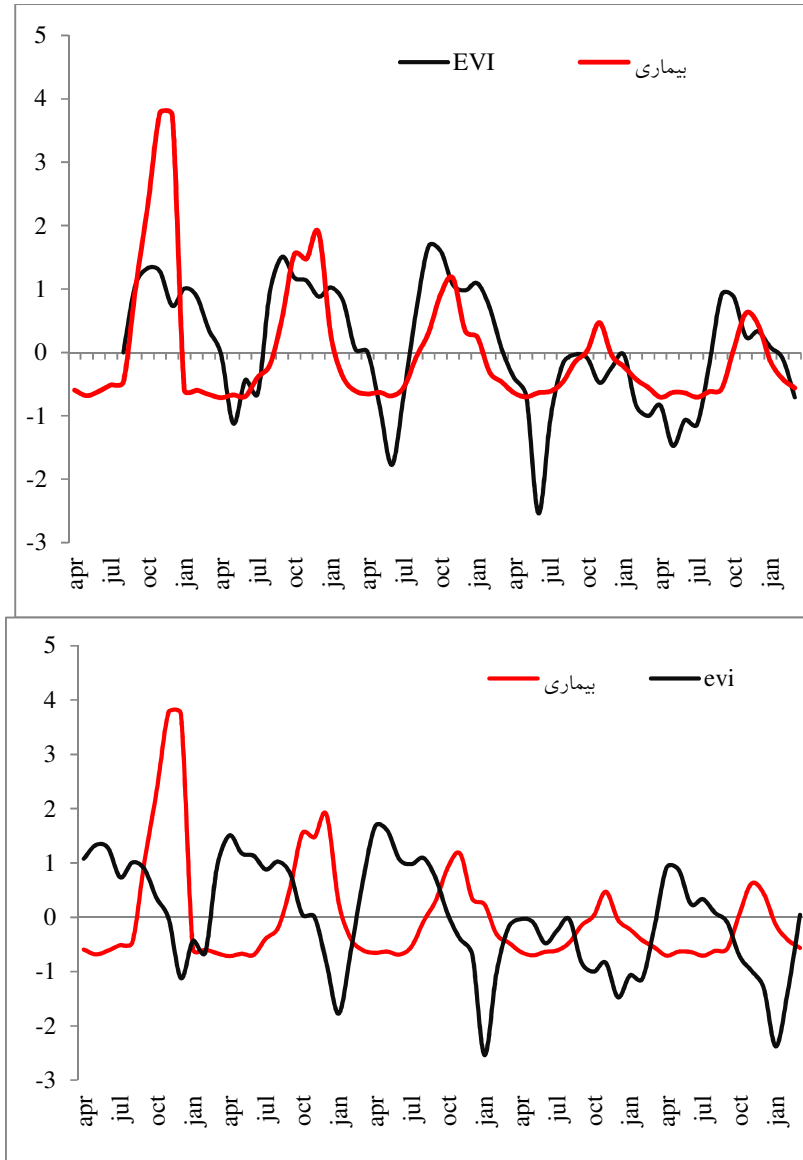
پوشش گیاهی	دمای خاک	دمای هوا	هم‌بستگی شیوع بیماری
$-0/48$	$-0/52$	$-0/60$	هم‌زمان
$0/04$	$-0/18$	$-0/39$	تأخیر یک‌ماهه
$0/22$	$0/32$	$0/21$	تأخیر دو‌ماهه
$0/58$	$0/41$	$0/42$	تأخیر سه‌ماهه
$0/28$	$0/62$	$0/74$	تأخیر چهارماهه
$0/17$	$0/25$	$0/30$	تأخیر پنج‌ماهه



شکل ۳ مقایسه سری‌های زمانی شیوع ماهیانه بیماری سالک جلدی با میانگین دمای ماهیانه، به صورت هم‌زمان (چپ) و با تأخیر چهارماهه (راست) (داده‌ها استاندارد شده‌اند)



شکل ۴ مقایسه سری‌های زمانی شیوع ماهیانه بیماری سالک جلدی با میانگین دمای خاک، به صورت هم‌زمان (چپ) و با تأخیر چهارماهه (راست) (داده‌ها استاندارد شده‌اند)



شکل ۵ مقایسه سری‌های زمانی شیوع ماهیانه بیماری سالک جلدی با شاخص ارتقایافته پوشش گیاهی به صورت هم‌زمان (چپ) و با تأخیر سه‌ماهه (راست) (داده‌ها استاندارد شده‌اند)

از آنجا که بیماری سالک جلدی از طریق گونه‌هایی از پشه‌های خاکی از خانواده فلوئوبوموس انتقال می‌یابد، اثرپذیری اساسی این ناقل از شرایط آب‌وهوایی و پوشش گیاهی گریزناپذیر است؛ همچنان‌که حضرتیان و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی فراوانی پشه‌های بالغ ظاهرشده در شمال غرب ایران مشاهده کردند که بین تعداد پشه‌های ناقل ظاهرشده و دمای هوا ارتباط مستقیمی وجود دارد؛ به‌گونه‌ای که با زیاد شدن درجه حرارت محیط، فراوانی و تراکم پشه‌ها نیز به‌سرعت افزایش می‌یابد. پژوهشگران دیگری نیز مانند لاهوری و همکاران (۲۰۱۳) بین فراوانی، تکثیر و تخم‌ریزی پشه‌های ناقل لشمانیا و مقدار بارش‌های فصل مرطوب و تراکم پوشش گیاهی ارتباط مستقیمی نشان دادند. ایشان مشاهده کردند که بارش‌های فصل مرطوب و پوشش‌های گیاهی وابسته به آن شرایط مساعدی را برای تکثیر و دینامیک پشه‌های خاکی ناقل بیماری فراهم می‌کند. در بررسی و تحلیل هم‌بستگی شیوع بیماری سالک جلدی با عوامل اقلیم‌شناختی باید توجه کرد از زمانی که پشه ناقل عمل خون‌خواری را از مخزن انگل انجام می‌دهد تا تکامل فازهای عفونی شدن انگل لشمانیا در بدن پشه که بین ۵ تا ۱۵ روز به طول می‌انجامد و سپس گزیده شدن انسان توسط پشه ناقل و فاصله زمانی بین وارد شدن انگل به بدن میزبان تا ظاهر شدن علائم بیماری در وی (که به دوره کومون معروف است) که حدود ۲ تا ۶ ماه به طول می‌انجامد، به‌طور متوسط ۴ تا ۶ ماه فاصله زمانی وجود دارد؛ یعنی شیوع بیماری با تأخیری ۴ تا ۶ ماهه از اوج تراکم و فعالیت پشه‌های خاکی در منطقه صورت می‌گیرد. بنابراین، فاصله زمانی بین ثبت موارد بیماری در مراکز درمانی (که در این تحقیق از این داده‌ها استفاده شد) و زمان تکثیر و فعالیت پشه ناقل بیماری و انتقال انگل لشمانیا به فرد با لحاظ کردن طول دوره عفونی شدن انگل در بدن پشه و همچنین طول دوره کومون انگل در بدن بیمار، تأخیر زمانی زیادی بین داده‌های شیوع بیماری و شرایط اولیه محیطی که فراوانی پشه‌های ناقل و در پی آن شیوع بیماری را تحریک کرده است، به‌وجود می‌آورد. از این‌رو، تحلیل ارتباط شیوع بیماری براساس شرایط محیطی و آب‌وهواشناختی زمانی که داده‌های مرکز بهداشت در آن گزارش شده است، نتایج کاذبی را به‌دست می‌دهد و نشان‌دهنده ارتباط معکوس بین شیوع بیماری و عوامل اقلیمی است. بنابراین، در این تحقیق از تحلیل هم‌بستگی جانبی استفاده شد تا تأخیرات زمانی تأثیر عوامل محیطی در شیوع بیماری آشکار شود. داده‌های شیوع بیماری گویای آن است که هر ساله در استان کرمان اوج شیوع بیماری بین



ماه‌های مهر تا دی، یعنی اوایل پاییز تا اواسط زمستان رخ می‌دهد؛ درحالی که در این ماه‌ها میانگین دمای هوا، دمای خاک و پوشش گیاهی - که در تخم‌گذاری و تکثیر پشه‌های ناقل تأثیر مستقیمی دارد- در سطوح کمینه خود قرار دارند و بنابراین ارتباط معکوسی را با داده‌های شیوع بیماری که مراکز بهداشت گزارش کرده، نشان می‌دهند که این ارتباط براساس آنچه پیش‌تر بیان شد، کاذب است. نتایج تحلیل هم‌بستگی جانبی با گام‌های زمانی یک تا پنج‌ماهه گویای آن است که مشاهدات شیوع بیماری بیشترین هم‌بستگی مثبت را با داده‌های دمای هوا و دمای خاک چهار ماه قبل، یعنی ماه‌های اوت تا اکتبر (مرداد تا مهر) دارند و بیشترین هم‌بستگی را با داده‌های شاخص پوشش گیاهی سه ماه قبل یعنی سپتامبر و نوامبر (شهریور و مهر) نشان می‌دهند. بنابراین، توجه به این نکته ضروری است که تغییرات این عوامل محیطی در استان کرمان طی دوره زمانی تیر تا مهر ماه هر سال می‌تواند ۳ تا ۴ ماه بعد در ایجاد شیوع گسترده بیماری سالک جلدی در این استان تأثیر بارز و معناداری داشته باشد. این شیوع فراگیر از طریق تأثیر عوامل محیطی مانند دما، رطوبت و پوشش گیاهی در ایجاد زیستگاه مناسب برای پشه ناقل، فراهم کردن مکان‌های مناسب برای تخم‌گذاری، کم کردن نسبت پرت تخم‌های گذاشته شده و در نتیجه تکثیر بیشتر پشه ناقل، فعال‌تر کردن پشه و دفعات بیشتر خون‌خواری با افزایش دما انجام می‌شود. بنابراین، شیوع بیماری سالک جلدی در استان کرمان به شدت متأثر از شرایط اقلیم‌شناختی و محیطی است که سه تا پنج ماه قبل در منطقه حاکم بوده است که با کنترل فراوانی و فعالیت ناقل این بیماری می‌توان شیوع آن را مهار کرد.

#### ۴- نتیجه

تحقیقات مختلفی در داخل کشور در مورد ارتباط شرایط اقلیمی و اکولوژیکی با شیوع بیماری سالک جلدی در استان‌های مختلف مانند یزد، کرمانشاه، ایلام و... انجام گرفته است که در اکثر آن‌ها ارتباط منفی بین این عوامل محیطی و شیوع بیماری ثبت شده؛ اما نتایج این تحقیق نشان داد که با در نظرگیری تأخیرات مربوط به دوره کومون انگل (۲ تا ۵ ماه) و دوره عفونی شدن انگل در بدن پشه (۵ تا ۱۵ روز)، بین عوامل اقلیم‌شناختی با شیوع بیماری نه تنها ارتباط منفی وجود ندارد؛ بلکه ارتباط مستقیم و معنادار بسیار زیادی نیز مشاهده می‌شود؛ به گونه‌ای که



عوامل حرارتی محیط با تأخیری چهارماهه بیشترین هم‌بستگی را با شیوع بیماری داشتند و داده‌های مربوط به تراکم پوشش گیاهی با تأخیری سه‌ماهه تأثیر معناداری در شیوع سالک جلدی در استان کرمان نشان دادند. از نتایج این تحقیق می‌توان برای طراحی و توسعه سیستم‌های پیش‌هشدار اقلیم‌مبنا برای شیوع بیماری سالک جلدی استفاده کرد و دوره‌های زمانی شیوع بیماری را براساس سیگنال‌های تأخیری آب‌وهواشناسی پیش‌بینی کرد.

## ۵- منابع

- بیاتانی علی و علی صادقی، «تجزیه و تحلیل مکانی عوامل محیطی مؤثر بر لیشمانیوز جلدی در ایران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)»، حکیم، د. ۱۵، ش ۲، صص ۱۶۴-۱۸۵، ۱۳۹۱.
- شیرزادی، محمدرضا و همکاران، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت، مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر، اداره بیماری‌های قابل انتقال بین انسان و حیوان، راهنمای مراقبت لیشمانیوز جلدی (سالک) در ایران، بازبینی ۱۳۹۰، صص ۱۰-۳۰.
- مظفری، غلامعلی، داریوش مهرشاهی و فاطمه بخشی‌زاده کلوجه، «نقش عوامل بیوکلیمایی شیوع بیماری سالک جلدی در سطح دشت یزد- اردکان»، *جغرافیا و توسعه*، ش ۲۳، صص ۱۸۵-۲۰۳، ۱۳۹۰.
- مظفری، غلامعلی، فاطمه بخشی‌زاده کلوجه و محمد غیبی، «بررسی رابطه وضعیت پوشش گیاهی و میزان شیوع بیماری پوستی سالک جلدی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعه موردی سطح دست یزد- اردکان»، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، س ۲۲، ش ۴، صص ۱۶۷-۱۷۸، ۱۳۸۹.
- یزدان‌پناه، حجت‌اله، علی براتیان و سمیه کریمی، «بررسی رابطه عوامل مؤثر اقلیمی بر شیوع بیماری سالک در شهرستان قصرشیرین»، *مجله علمی- پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی*، س ۳، ش ۳، صص ۶۹-۸۶، ۱۳۹۲.

- Bayatani, A. & A. Sadeghi, "Spatial Analysis of Environmental Factors of Cutaneous Leishmaniasis in Iran using GIS", *Hakim Research Journal*, Vol. 15, Issue. 2, pp. 158- 16, 20125. [in Persian]
- Boussaa, S., S. Guernaoui, A. Pesson & A. Boumezzough, "Seasonal fluctuations of phlebotomine sand fly populations (Diptera: Psychodidae) in the urban area of Marrakech, Morocco", *Acta Trop*, Vol. 95, pp. 86-91, 2005.
- Cardenas, R., C.M. Sandoval, A.J. Rodriguez-Morales & P. Vivas, "Zoonosis and climate variability the example of Leishmaniasis in southern departments of Colombia", *Ann. N. Y. Acad. Sci.* Vol.1149, pp. 330-326, 2008.
- Chaves, L.F. & M. Pascual, "Climate Cycles and Forecasts of Cutaneous Leishmaniasis, a Nonstationary Vector-Borne Disease", *PLoS Med*, Vol. 3, Issue 8, pp. 290-295, 2006.
- Chaves, L.F. & M.J. Hernandez, "Mathematical modeling of American cutaneous leishmaniasis: Incidental hosts and threshold conditions for infection persistence", *Acta Trop*, Vol. 92, pp. 245-252, 2004.
- Cross, E.R., W.W. Newcomb & C.J. Tucker, "Use of weather data and remote sensing to predict the geographic and seasonal distribution of *Phlebotomus papatasi* in southwest Asia", *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, Vol. 54, pp. 530-536, 1996.
- Elnaiem, D.E.A. et al., "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", *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* Jan, Vol. 68, pp. 10-7, 2003.
- Franke, C.R., M. Ziller, C. Staubach & M. Latif, "Impact of the El Niño/Southern Oscillation on visceral leishmaniasis Brazil", *Emerge Infect Dis*, Vol. 8, pp. 914-917, 2002.
- Guernaoui, S., A. Boumezzough & A. Laamrani, "Altitudinal structuring of sand flies (Diptera: Psychodidae) in the High-Atlas mountains (Morocco) and its

- relation to the risk of leishmaniasis transmission", *Acta Trop*, Vol. 97, pp. 246-351, 2006.
- Hazratian, T. et al., "Phenology and population dynamics of sand flies in a new focus of visceral leishmaniasis in Eastern Azarbaijan Province, North western of Iran", *APJTM*, Vol. 11, pp. 604-619, 2011.
  - Jiang, Z., A.R. Huete, K. Didan & T. Miura, "Development of a two-band Enhanced Vegetation Index without a blue band, Remote Sensing of Environment", Vol. 112, Issue 10, pp. 3833-3845, 2008.
  - Karam, V. Singh, "Studies on the role of climatological factors in the distribution of phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) in semi-arid areas of Rajasthan, India", *Journal of Arid Environments*, Vol. 42, Issue 1, pp. 43-48, 1999.
  - Lahouari Bounoua, Kholoud Kahime et al., "Linking Climate to Incidence of Zoonotic Cutaneous Leishmaniasis (*L. major*) in Pre-Saharan North Africa", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 10, pp. 3172-3191, 2013.
  - Mozaffari, Gh., D. Mehrshahi & F. Bakhshizadeh, "The role of bioclimatic Factors in Salak Skin Disease in Yazd-Ardakan Plain", *Geography and Development*, No. 23, pp. 185-202, 2012. [in Persian]
  - Mozaffari, Gh., F. Bakhshizadeh & M. Gheibi., "Analysis Relationship between Vegetation Cover and Salak Skin Disease in Yazd-Ardakan Plain", *Geography and Environmental Planning*, Yr. 22, No. 4, pp. 167-179, 2010. [in Persian]
  - Oshaghi, M.A. et al., "Application of predictive degree day model for field development of sandfly vectors of visceral leishmaniasis in northwest of Iran", *J. Vector Borne Dis.*, Vol. 46, pp. 247-254, 2009.
  - Salomon, O.D., M.L. Wilson, L.E. Munstermann & B.L. Travi, "Spatial and temporal patterns of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a cutaneous leishmaniasis focus in northern Argentina", *J Med Entomol*, Vol. 41, pp. 33-39, 2004.

- Shirzadi, M.R. et al., MoH & ME, "Department of transmittable disease, Guideline of Cutaneous Leishmaniasis Cares in Iran", 2010, pp. 10-30. [in Persian]
- Solano. R., K. Didan, A. Jacobson & A. Huete, "MODIS Vegetation Index User's Guide", Version 2.00, May 2010 (Collection 5), 2010.
- Subhakar, S.T. et al., "Mapping of risk prone areas of Kala-Azar (Visceral Leishmaniasis) in parts of Bihar state, India: An RS and GIS approach", No. 43, pp. 115-122, 2006.
- Thomson, M.C., S.J. Mason, T. Phindela & S.J. Connor, "Use of rainfall and sea surface temperature monitoring for malaria early warning in Botswana", Am J Trop Med Hyg, Vol. 73, pp. 214-221, 2005.
- World Health Organization (WHO), "Report of the conclusive meeting on cutaneous, Leishmaniasis", Geneva: WHO, 2008,
- Yazdanpanah, H., A. Baratian & S. Karimi, "investigate the effect of climatic Factors on Incidence of Salak Skin Disease in Qasre Shirin Town", *Journal of Spatial Planning*, No. 3, pp. 69-86, 2013. [in Persian]