

Predicting the Probability of *Phlebotomus papatasi* Presence in Khuzestan Province: Combining Hierarchical Analysis Process and Geographic Information System

Shahla Bigdeli¹,
Ahmad Ali Hanafi-Bojd^{2,3},
Mona Sharififard⁴,
Elham Maraghi⁵,
Elham Jahanifard^{4,6}

¹ MSc in Medical Entomology and Vector Control, Infectious and Tropical Diseases Research Center, Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

² Professor, Zoonoses Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³ Department of Medical Entomology and Vector Control, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

⁴ Associate Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

⁵ Assistant Professor, Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

⁶ Infectious and Tropical Diseases Research Center, Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

(Received September 20, 2021 ; Accepted January 23, 2022)

Abstract

Background and purpose: Khuzestan Province in Iran is one of the endemic foci of zoonotic cutaneous leishmaniasis (ZCL) caused by *Leishmania major* and *Phlebotomus papatasi* as the main vector. The aim of this study was to predict the probability of presence of *Ph. papatasi* in this province using Hierarchical Analysis Process (AHP) and Geographic Information System (GIS).

Materials and methods: In order to determine the distribution of *Ph. papatasi*, sand flies were collected in five counties, including Izeh, Mahshahr, Ahvaz, Dasht-e-Azadegan, and Andimeshk by sticky paper traps in spring and summer, 2018. Six criteria, including average annual temperature, average annual rainfall, average annual relative humidity, land use, soil texture, and elevation were selected. Maps of criteria were prepared in ArcGIS 10.5 software. The weights of the criteria and sub-criteria were determined using Expert Choice 11. Then, the final map of the probability of vector presence was prepared by combination of weighted maps and including the weight of the criteria.

Results: In this study, 13 species of sand flies of two genera, *Phlebotomus* and *Sergentomyia*, were collected. The abundance of *Ph. papatasi* from samples collected in Izeh, Dasht-e-Azadegan, Mahshahr, Andimeshk, and Ahvaz was 55%, 72%, 69.4%, 3%, and 66.5%, respectively. Based on the analysis of matrix tables, average annual temperature (0.406), average annual relative humidity (0.233), and average annual rainfall (0.156) had the highest weight in probability of the vector presence, respectively.

Conclusion: This study provides useful information for health authorities in determining the distribution of *Ph. papatasi* to act properly based on facilities and budget in case of outbreak.

Keywords: *Phlebotomus papatasi*, analytical hierarchy process, geographic information system, Khuzestan, *Leishmania*

J Mazandaran Univ Med Sci 2022; 31 (206): 90-101 (Persian).

* Corresponding Author: Elham Jahanifard- School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. (E-mail: elham.jahani56@gmail.com)

پیش بینی احتمال حضور فلپوتوموس پاپاتاسی در استان خوزستان: تلفیق فرایند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی

شهلا بیگدلی¹

احمدعلی حنفی بجد^{2,3}

منا شریفی فرد⁴

الهام مراغی⁵

الهام جهانی فرد^{4,6}

چکیده

سابقه و هدف: استان خوزستان یکی از کانون‌های آندمیک لیشمانیوز جلدی روستایی با عامل لیشمانیا مازور و ناقل اصلی آن، پشه خاکی فلپوتوموس پاپاتاسی می‌باشد. هدف این مطالعه پیش‌بینی احتمال حضور فلپوتوموس پاپاتاسی به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در این استان بود.

مواد و روش‌ها: جهت تعیین پراکندگی گونه فلپوتوموس پاپاتاسی در دو فصل بهار و تابستان در سال 1397 از پنج شهرستان ایذه، ماهشهر، اهواز، دشت آزادگان و اندیمشک با استفاده از تله چسبان، پشه خاکی‌ها جمع‌آوری شدند. شش معیار میانگین دمای سالیانه، میانگین بارندگی سالیانه، میانگین رطوبت نسبی سالیانه، کاربری اراضی، بافت خاک و ارتفاع انتخاب شدند. نقشه‌های معیارها در نرم‌افزار ArcGIS 10.5 تهیه شد. وزن معیارها و زیرمعیارها با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11 تعیین گردید. نقشه نهایی احتمال وجود ناقل از ترکیب نقشه‌های وزن داده شده و تاثیر دادن وزن معیارها در آن به دست آمد.

یافته‌ها: در این مطالعه 13 گونه پشه خاکی از دو جنس فلپوتوموس و سرژنتومیا صید شد. فراوانی فلپوتوموس پاپاتاسی از نمونه‌های صید شده در شهرستان‌های ایذه، دشت آزادگان، ماهشهر، اندیمشک و اهواز به ترتیب 55 درصد، 72 درصد، 69/4 درصد، 3 درصد و 66/5 درصد بود. براساس آنالیز جداول ماتریسی، به ترتیب معیار میانگین دمای سالیانه (0/406)، میانگین رطوبت نسبی سالیانه (0/233) و میانگین بارندگی سالیانه (0/156) بیش‌ترین وزن و اهمیت را در حضور ناقل داشتند. **استنتاج:** یافته‌های این مطالعه اطلاعات مفیدی را در مورد تعیین پراکندگی این گونه در اختیار مسئولین بهداشتی قرار می‌دهد، تا در زمان شیوع بیماری براساس امکانات و بودجه اقدام کنند.

واژه‌های کلیدی: فلپوتوموس پاپاتاسی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، خوزستان، لیشمانیا

مقدمه

لیشمانیوزها از بیماری‌های مشترک بین انسان و حیوان می‌باشند که پراکندگی وسیعی در جهان دارند(1). این تحقیقات بیماری‌های گرمسیری سازمان جهانی بهداشت، بیماری که عامل آن انگل لیشمانیا می‌باشد، توسط بخش

E-mail: elham.jahani56@gmail.com

مؤلف مسئول: الهام جهانی فرد - اهواز: دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده بهداشت

1. کارشناس ارشد حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی و گرمسیری خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

2. استاد، مرکز تحقیقات بیماری‌های مشترک انسان و حیوان، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

3. گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

4. دانشیار، گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

5. استادیار، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

6. مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی و گرمسیری خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

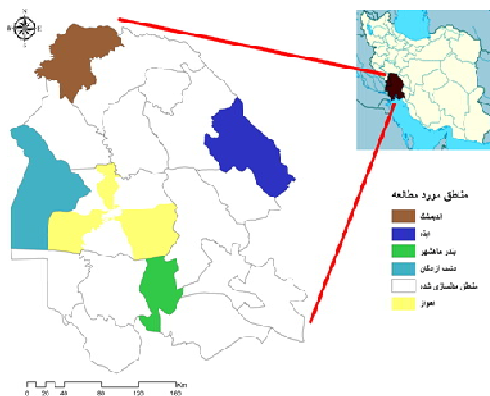
تاریخ دریافت: 1400/6/29 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1400/7/11 تاریخ تصویب: 1400/11/3

جزو بیماری‌های نوپدید و کنترل نشده دسته‌بندی شده است (2). حدود 80 درصد موارد گزارش شده در کشور ایران مربوط به لیشمانیوز جلدی روستایی می‌باشد. بیماری لیشمانیوز جلدی هم اکنون در بسیاری از مناطق روستایی 17 استان از 31 استان کشور، شایع می‌باشد (1). با توجه به عامل بیماری و علایم بالینی، لیشمانیوز جلدی (سالک) در انسان به دو شکل شهری و روستایی بروز می‌کند (1). در ایران عامل لیشمانیوز جلدی نوع شهری و نوع روستایی به ترتیب لیشمانیا تروپیکا و لیشمانیا ماژور می‌باشد (3). از مهم‌ترین کانون‌های لیشمانیوز جلدی روستایی در جنوب و جنوب غربی کشور می‌توان به استان‌های فارس، ایلام، بوشهر، خوزستان و هرمزگان اشاره کرد که ناقل اصلی آن پشه خاکی فلبوتوموس پاپاتاسی می‌باشد (3). براساس اطلاعات موجود در معاونت بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، تعداد موارد این بیماری طی سال‌های 1393-1395 در استان خوزستان رو به افزایش بوده است، به‌طوری‌که در سال 1395، تعداد موارد ابتلا 980 مورد و میزان بروز بیماری 32 در یکصد هزار نفر جمعیت بوده است. لازم به ذکر است که روند افزایش موارد در شهرستان‌هایی مانند دشت آزادگان، هویزه، رامهرمز، رامشیر و اهواز بیش‌تر مشهود بوده است.

اطلاعاتی که از پراکندگی بیماری و ناقلین آن در مناطق مختلف دنیا وجود دارد، براساس مطالعات مقطعی، جمع‌آوری، تشخیص و تعیین آلودگی لیشمانیایی پشه خاکی بوده است که هیچ کدام از این موارد وقوع یا عدم وقوع بیماری در آینده را پیش‌بینی نمی‌کند (4). استفاده از روش‌های نوین برای پیش‌بینی، کشف بهنگام بیماری و پیشگیری از بیماری‌های منتقله بوسیله بندپایان نظیر لیشمانیوز، بعثت روند رو به افزایش آن کاملاً ضروری می‌باشد. اخیراً تلاش‌های وسیعی برای ارزش نهادن به تکنولوژی‌های نوین مانند سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعه احتمال حضور، فراوانی و تنوع زیستی ناقل و بیماری‌های منتقله توسط ناقلین، انجام گرفته است (5).

سنجش از دور نتایج درخشانی را در ارزیابی خطر بیماری‌های منتقله توسط ناقلین گوناگون در مقیاس‌های مکانی مختلف نشان داده است (6). متغیرهای محیطی به‌دست آمده از ماهواره‌ها مانند دما، رطوبت و نوع پوشش زمین، در مطالعه ناقلین بیماری حائز اهمیت می‌باشند (4). همچنین مطالعاتی برای بررسی ارتباط ناقلین، تنوع زیستی، حضور و فراوانی آن‌ها، بیماری‌های منتقله توسط ناقلین با عوامل مکانی و زمانی با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شده است (5). بر اساس مطالعات گذشته، وضعیت اقتصادی، فرهنگی، همچنین شرایط زیست محیطی و شرایط اکولوژیکی می‌تواند بر شیوع بیماری‌ها تاثیر گذارد (7). از آنجایی که لیشمانیوز جلدی روستایی یک بیماری زئونوز دارای مخزن حیوانی می‌باشد و از طریق گزش پشه خاکی انتقال می‌یابد، لذا عوامل محیطی مختلفی بر نحوه توزیع و پراکندگی این بیماری تاثیر گذار است (8). با بررسی میزان همبستگی عناصر اقلیمی و این بیماری می‌توان به کنترل و هشدار در زمینه طغیان بیماری به اپیدمیولوژیست‌ها کمک کرد و در مناطق مستعد بروز بیماری برای انجام فعالیت‌های پیشگیرانه اقدام نمود (9). فرایند تحلیل سلسه مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. علاوه بر این، فرایند تحلیل سلسه مراتبی بر مبنای مقایسه زوجی بنا شده است که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید؛ همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد. ویژگی‌های این مدل ساده و انعطاف‌پذیر بودن آن برای حل محدوده وسیعی از مسائل است (10)، که با بکارگیری معیارهای کیفی و کمی به‌طور همزمان و نیز قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها می‌تواند در بررسی احتمال خطر بیماری براساس پراکندگی ناقل و مخزن کاربرد مطلوبی داشته باشد. تاکنون مطالعاتی بر مبنای ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (AHP)

درجه و 33 دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ در جنوب غربی ایران قرار دارد. این استان از شمال با استان لرستان، از شمال شرقی و مشرق با استان‌های چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویراحمد، از جنوب شرقی با استان بوشهر، از جنوب با خلیج فارس و از مغرب با کشور عراق هم مرز است (15). شهرستان‌های تحت مطالعه بر اساس موارد لیشمانیوز در سال‌های گذشته، از نقاط مختلف استان (اندیمشک در شمال، ماهشهر در جنوب، ایذه در شرق، دشت آزادگان در غرب و اهواز در مرکز) انتخاب شدند. شهرستان ایذه با مساحت 3789 کیلومتر مربع در شرق استان خوزستان قرار دارد. این شهرستان منطقه‌ای کوهستانی است و تنها دشت آبرفتی آن دشت مرکزی است که نسبتاً صاف و هموار می‌باشد. شهرستان اندیمشک با مساحت 3116 کیلومتر دارای پنج شهر، دو بخش و چهار دهستان در غرب استان خوزستان قرار دارد. شهرستان اهواز مرکز استان خوزستان و بزرگ‌ترین شهرستان استان خوزستان است. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا 12 متر است. شهرستان دشت آزادگان با 1972 کیلومتر مربع مساحت در جنوب شرقی اهواز و کنار مرز ایران و عراق واقع شده و مرکز آن شهر دشت آزادگان (سوسنگرد) است. شهرستان بندرماهشهر در جنوب استان خوزستان واقع گردیده و مساحت این شهرستان 1958 کیلومتر مربع می‌باشد. این شهرستان دارای 83 کیلومتر مرز آبی با خلیج فارس می‌باشد (15) (تصویر شماره 1).



تصویر شماره 1: مناطق مورد مطالعه در استان خوزستان

و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای مدلسازی فضایی و مدیریت بیماری‌های زئونوز مانند تب دره ریفت و لیشمانیوز جلدی روستایی به کار گرفته شده است (11، 12). در ایران از ترکیب AHP و GIS در ارزیابی خطر بیماری لیشمانیوز جلدی روستایی در استان گلستان (12) و شهرهای شوش و خرمشهر (13) و اهواز، کارون، حمیدیه و باوی (14) استان خوزستان استفاده شده است. در ارزیابی خطر بیماری لیشمانیوز جلدی روستایی، با توجه به این که آگاهی از الگوی پراکندگی و پیش‌بینی احتمال وجود ناقل اصلی لیشمانیوز جلدی روستایی در کنترل بیماری اهمیت بالایی دارد، می‌توان از AHP و GIS برای پیش‌بینی احتمال وجود ناقل با توجه به عوامل آب و هوایی و اکولوژیکی برای استان خوزستان که یکی از کانون‌های مهم لیشمانیوز جلدی روستایی است، استفاده نمود (12). خوزستان استانی است که به دلیل شرایط استراتژیکی مانند منابع نفتی، گاز و کارخانجات صنعتی، دارا بودن شرایطی مانند وجود مرز مشترک با کشور عراق، استقرار نیروهای نظامی و تردد افراد غیر ایمن، انجام پروژه‌های کشاورزی - صنعتی، تغییرات محیطی و شرایط آب و هوایی، می‌توانست برای انجام این مطالعه بسیار مناسب باشد. لذا مطالعه‌ای جهت پیش‌بینی احتمال وجود پشه خاکی فلبوتوموس پاپاتاسی براساس فاکتورهای آب و هوایی و اکولوژیک با استفاده از سیستم‌های تصمیم‌گیری و سیستم اطلاعات جغرافیایی در این استان طراحی شد، تا بتوان بر اساس نقشه‌های حاصل از آن، پراکندگی ناقل اصلی بیماری را در مناطق پرخطر مشخص کرد و با در نظر گرفتن هزینه اختصاص یافته و امکانات موجود در منطقه، جهت مبارزه اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه

استان خوزستان با مساحت 64057 کیلومتر مربع بین 29 درجه و 57 دقیقه تا 33 درجه و صفر دقیقه عرض شمالی از خط استوا و 47 درجه و 40 دقیقه تا 50

مطالعات حشره شناسی

جهت تعیین فراوانی گونه فلبوتوموس پاپاتاسی، از پنج شهرستان ایذه، ماهشهر، غرب اهواز، دشت آزادگان و اندیمشک در دو فصل بهار و تابستان در زمان فعالیت پشه خاکی در سال 1397 نمونه برداری انجام شد. جهت جمع آوری پشه خاکی ها، قبل از غروب آفتاب 30 عدد تله چسبان در اماکن داخلی و 30 عدد در اماکن خارجی در هر فصل یک بار نصب گردید. صبح روز بعد، قبل از طلوع آفتاب تله های نصب شده، جمع آوری شد و به آزمایشگاه مرکز بهداشت شهرستان انتقال داده شد. مختصات محل های صید با دستگاه GPS ثبت گردید. نمونه ها با استن چربی زدایی شده و در شیشه های حاوی الکل 70 درصد نگهداری شدند. از نمونه ها با استفاده از محیط پوری، اسلاید میکروسکوپی تهیه گردید. سپس نمونه ها با استفاده از کلید معتبر در سطح گونه شناسایی شدند (16).

جمع آوری اطلاعات مربوط به سیستم اطلاعات جغرافیایی و ترسیم نقشه ها

اطلاعات هواشناسی مورد نیاز در یک دوره پنج ساله از اداره کل هواشناسی استان خوزستان تهیه شد، تا در ترسیم نقشه های عوامل آب و هوایی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین نقشه های مربوط به فاکتورهای آب و هوایی شامل میانگین دمای سالیانه، میانگین بارندگی سالیانه، میانگین رطوبت نسبی سالیانه و فاکتورهای اکولوژیک شامل ارتفاع، کاربری اراضی و بافت خاک تهیه شد. پس از جمع آوری داده های هواشناسی (دما، رطوبت نسبی و بارندگی) یک شیب فایل تهیه شد و پس از درون یابی به روش معکوس فاصله یا IDW (Inverse distance weighting) نقشه های رستری سه لایه مورد نظر تهیه شد. نقشه های بافت خاک، ارتفاع از سطح دریا و کاربری اراضی در نرم افزار Arc GIS 10.5 ترسیم شد. مختصات جغرافیایی نقاط صید پشه خاکی ها که در طول مطالعه توسط دستگاه GPS ثبت شده بود

به صورت یک لایه به نرم افزار انتقال داده شد و لایه پراکنندگی گونه فلبوتوموس پاپاتاسی صید شده، تهیه گردید. در مورد پراکنندگی ناقل اصلی بر اساس مطالعات گذشته، با استفاده از موتورهای جستجو و پایگاه های داده های مختلف، کلیه مقالاتی که فلبوتوموس پاپاتاسی را در استان خوزستان گزارش کرده بودند، جمع آوری شدند. سپس داده ها در نرم افزار اکسل وارد شده و جدول مربوطه جهت ترسیم نقشه پراکنندگی ناقل اصلی به محیط ArcMap انتقال داده شد. جهت راست آزمایی نقشه احتمال وجود ناقل بر اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی، لایه فلبوتوموس پاپاتاسی مربوط به این مطالعه و ناقل اصلی لیثمانیوز جلدی روستایی مربوط به مطالعات قبلی بر روی نقشه نهایی برآزش داده شد تا میزان انطباق حضور و پراکنندگی ناقل اصلی با پراکنندگی بیماری مشخص گردد.

تجزیه و تحلیل داده ها و تهیه نقشه احتمال وجود ناقل فاکتورهای موثر بر فعالیت ناقل اصلی لیثمانیوز جلدی روستایی، از مقالات استخراج گردید (13، 14). به منظور تعیین اثر فاکتورهای موثر بر احتمال وجود ناقل شش فاکتور میانگین دمای سالیانه، میانگین بارندگی سالیانه، میانگین رطوبت نسبی سالیانه، ارتفاع، بافت خاک و کاربری اراضی جهت تاثیر در نقشه نهایی، طبقه بندی شدند. جدول ماتریسی احتمال وجود ناقل براساس 6 فاکتور تهیه گردید و توسط 7 نفر از صاحب نظران در زمینه بیماری لیثمانیوز تکمیل شد. تکمیل جداول ماتریسی براساس مقیاس ساعتی (17) به صورت ارجحیت یک معیار بر معیار دیگر وزن دهی شد. این مقیاس با طیف عددی 1-9 برای تعیین ارزش نسبی بین دو متغیر به کار می رود. لازم به ذکر است که اهمیت یکسان، اهمیت معمولی، اهمیت بسیار، اهمیت بسیار زیاد، اهمیت فوق العاده به ترتیب برای اعداد 1، 3، 5، 7 و 9 می باشد. برای ترجیحات بین فواصل فوق از اعداد 2، 4، 6 و 8 استفاده می گردد.

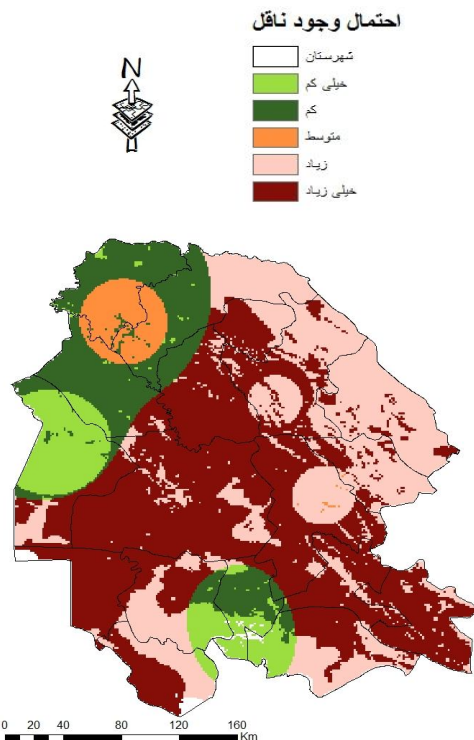
یافته ها

به طور کلی در این مطالعه 13 گونه پشه خاکی شامل فلپوتوموس پاپاتاسی، فلپوتوموس الکساندری، فلپوتوموس سرژنتی، فلپوتوموس کوکازیکوس گروپ، سرژنتومیا سینتونی، سرژنتومیا کلایدی، سرژنتومیا تییریادیس، سرژنتومیا ایرانیکا، سرژنتومیا تسوبی، سرژنتومیا دنتاتا، سرژنتومیا اسکوامی پلوریس، سرژنتومیا بغدادیس و سرژنتومیا آنتانتا شناسایی شد. از مجموع پشه خاکی های صید شده 57/24 درصد متعلق به گونه فلپوتوموس پاپاتاسی بودند. فراوانی فلپوتوموس پاپاتاسی از نمونه های صید شده در شهرستان های ایذه، دشت آزادگان، ماهشهر، اندیمشک و اهواز به ترتیب 55 درصد، 72 درصد، 69/4 درصد، 3 درصد و 66/5 درصد بود. در بین سه طبقه زیرمعیار میانگین دمای سالیانه، زیر معیار دمای بین 25 تا 27 درجه سانتی گراد دارای بیشترین وزن (0/683) می باشد. در مورد رطوبت، بیشترین وزن مربوط به زیرمعیار میانگین رطوبت نسبی سالیانه بیش از 50 درصد (0/600) و کمترین وزن مربوط به زیر معیار رطوبت کم تر از 40 درصد گزارش گردید (جدول شماره 1). بیشترین تاثیر بر روی وجود ناقل بر اساس یافته ها، مربوط به زیر معیار میانگین بارندگی سالیانه بیش تر از 35 میلی متر بود که وزنی معادل 0/508 داشت. نتایج مقایسه زوجی معیار بافت خاک نشان داد که بیشترین وزن (0/469) مربوط به زیر معیار خاک های رسی - لومی و کمترین وزن مربوط به زیر معیار خاک های شنی بود. در مورد معیار کاربری اراضی، پس از مقایسه زوجی زیرمعیارهای کاربری اراضی، زیرمعیار باغ، مراتع و جنگل با وزن 0/492 نسبت به سایر زیر معیارها، بیشترین وزن را به دست آورد. اما در مورد معیار ارتفاع، نتایج مقایسه زوجی زیرمعیار ارتفاع نشان داد که زیرمعیار ارتفاع بیش تر از 1295 متر با وزنی معادل 0/031 و زیرمعیار ارتفاع 195-395 متر با وزن 0/440 به ترتیب دارای کمترین و بیشترین وزن به دست آمده

معیار کاربری اراضی به 5 طبقه یا زیرمعیار شامل زمین های کشاورزی، سطوح آبی و بستر رودخانه و باتلاق، اراضی شور بدون پوشش و ماسه ای، اماکن مسکونی، باغ - مراتع و جنگل تقسیم شد. همچنین معیار بافت خاک به 4 زیرمعیار شنی، رسی - لومی، شنی - لومی، رسی - لومی - شنی تقسیم گردید. معیار میانگین دمای سالیانه به 3 زیرمعیار کم تر از 25 درجه سانتی گراد، 25-27 درجه سانتی گراد و بیش تر از 27 درجه سانتی گراد، ارتفاع به 6 زیر معیار 105-195 متر، 195-395 متر، 395-695 متر، 695-995 متر، 995-1295 متر و بیش تر از 1295 متر تقسیم شدند. همچنین میانگین رطوبت نسبی سالیانه به 3 زیرمعیار کم تر از 40 درصد، 40-50 درصد و بیش تر از 50 درصد و میانگین بارندگی سالیانه به 3 زیرمعیار کم تر از 15 میلی متر، 15-35 میلی متر و بیش تر از 35 میلی متر تقسیم شدند. جداول ماتریسی زیر معیارهای مربوطه نیز تهیه شده و تمام جداول با استفاده از نرم افزار Expert choice 11 تجزیه و تحلیل شدند و اولویت هر کدام از معیارها و زیرمعیارهای موثر بر احتمال وجود ناقل تعیین گردید. همچنین پس از مقایسه معیارها با یکدیگر، میزان ناسازگاری آنها مشخص شد. در جداول مقایسه معیارها و زیر معیارهای مربوطه، نرخ ناسازگاری کم تر از 0/1 بود. وزن های مربوط به زیرمعیارها در 6 نقشه میانگین دمای سالیانه، میانگین بارندگی سالیانه، میانگین رطوبت نسبی سالیانه، ارتفاع، کاربری اراضی و بافت خاک تاثیر داده شد و نقشه های وزنی 6 معیار مورد نظر آماده گردید. جهت تهیه نقشه احتمال وجود ناقل، وزن معیارهای حاصل از نظر متخصصان در 6 نقشه تهیه شده تاثیر داد شد و نقشه خروجی ترسیم گردید. سپس به منظور درک بهتر از نقشه، خروجی مربوطه از نظر اهمیت به 5 طبقه خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم شد.

جدول شماره 1: وزن معیارها و زیرمعیارها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

معیار	زیرمعیار	وزن زیرمعیارها	وزن معیارها
میانگین دمای سالانه	کمتر از 25 درجه سانتی گراد	0/200	0/406
	25-27 (درجه سانتی گراد)	0/683	
	بیشتر از 27 درجه سانتی گراد	0/117	
میانگین رطوبت نسبی سالانه	کمتر از 40 درصد	0/100	0/233
	40-50 (درصد)	0/300	
	بیشتر از 50 درصد	0/600	
میانگین بارندگی سالانه	کمتر از 15 میلی متر	0/113	0/156
	15-35 (میلی متر)	0/379	
	بیشتر از 35 میلی متر	0/508	
بافت خاک	شنی	0/079	0/093
	رسی - لومی	0/469	
	شنی - لومی	0/137	
	رسی - شنی - لومی	0/315	
کاربری اراضی	زمین های کشاورزی	0/313	0/067
	سطوح آبی، رودخانه و باتلاق	0/033	
	اراضی شور، بدون پوشش و ماسه ای	0/051	
	اماکن مسکونی	0/110	
	باغ، مراتع و جنگل	0/492	
ارتفاع (متر)	105-195	0/273	0/045
	195-395	0/440	
	395-695	0/126	
	695-995	0/081	
	995-1295	0/048	
	بیشتر از 1295	0/031	

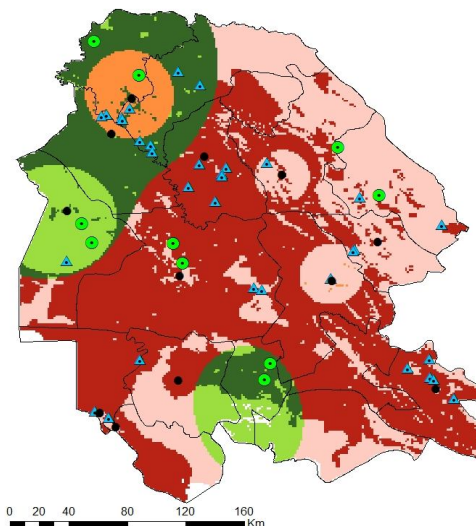


تصویر شماره 2: احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی براساس فاکتورهای محیطی استان خوزستان بر اساس تلفیق مدل تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی سال 1397

بودند. پس از آنالیز وزن معیارهای موثر بر احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی، بیشترین وزن به ترتیب به معیار دما (0/406)، رطوبت نسبی (0/233) و بارندگی (0/156) تعلق داشت. همچنین کمترین وزن مربوط به ارتفاع (0/045) بود. بر این اساس می توان نتیجه گرفت که دما، رطوبت نسبی و بارندگی به ترتیب دارای بیشترین تاثیر بر روی احتمال وجود ناقل بودند، در حالی که در بین معیارهای تعیین شده، ارتفاع کمترین تاثیر را داشت. با توجه به یافته های مطالعه نقشه احتمال وجود ناقل بیماری در نرم افزار Arc GIS ترسیم گردید (تصویر شماره 2). به منظور نمایش محل هایی با احتمال وجود ناقل، نقشه بر اساس تقسیم بندی طبیعی در آنالیز فضایی نرم افزار، به 5 طبقه با احتمال خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم بندی شد. لازم به ذکر است که با توجه به آب و هوای استان خوزستان که شرایط مساعد را برای فعالیت ناقل فراهم می کند، احتمال وجود ناقل اصلی لیشمانیوز جلدی در اکثر قسمت های استان خوزستان زیاد می باشد. همچنین تصویر شماره 2 نشان می دهد که احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی در استان در شهرستان هایی مانند ماهشهر، قسمت هایی از شهرستان شادگان و آبادان، همچنین شهرستان دشت آزادگان، قسمت هایی از شهرستان هویزه و اندیمشک در درجه های کم و خیلی کم بود ولی این احتمال در شهرستان هایی مانند اهواز، بهبهان، هنديجان خیلی زیاد بود.

جهت راست آزمایی نقشه احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی، نقشه پراکندگی ناقل اصلی لیشمانیوز جلدی روستایی بر نقشه احتمال برآزش داده شد. تصویر شماره 3 نشان می دهد که در اکثر شهرستان های استان خوزستان، احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی در درجه های زیاد و خیلی زیاد می باشد. این نقشه نشان می دهد که فلبوتوموس پاپاتاسی از تعداد زیادی از شهرستان های این استان صید شده است.

احتمال وجود ناقل



تصویر شماره 3: راست آزمایی نقشه احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی با پراکندگی نمونه‌های جمع آوری شده از ناقل اصلی جلدی روستایی در استان خوزستان سال 1397

بحث

این مطالعه با عنوان پیش بینی احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی با استفاده از عوامل آب و هوایی و اکولوژیک به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان خوزستان، جهت آگاهی از وضعیت پراکندگی ناقل اصلی این بیماری و کنترل آن در هنگام اپیدمی انجام شد. در مطالعه حاضر، بر اساس نظر کارشناسان میانگین دمای سالیانه، میانگین رطوبت نسبی سالیانه و میانگین بارندگی سالیانه فاکتورهای موثر بر وجود ناقل اصلی لیثمانیوز جلدی روستایی می‌باشند. تحقیقات در این زمینه در ایران و سایر کشورها نشان داده که فاکتورهای محیطی مانند دما و رطوبت نسبی در پراکندگی این گونه موثر هستند (13، 18). در مدل‌سازی

مناطق پرخطر لیثمانیوز جلدی روستایی در جنوب غرب ایران فاکتورهای میانگین دما، میانگین رطوبت نسبی و میانگین بارندگی به ترتیب با وزنی معادل با 0/328، 0/184 و 0/164 مهم‌ترین فاکتورهای موثر گزارش شدند (14). همچنین فاکتورهای محیطی مانند میانگین دمای هوا، بارندگی و پوشش گیاهی می‌تواند فراوانی پشه خاکی‌های صید شده را تحت تاثیر قرار دهد (19). در بررسی نقش عوامل محیطی در بروز لیثمانیوز جلدی، ارتباط معنی‌داری بین بروز بیماری با فاکتورهایی مانند دما، تراکم جمعیت، سرعت باد، رطوبت و پوشش گیاهی مشاهده شد (20).

بیگدلی و همکاران (1398) گزارش کردند که اختلاف معنی‌داری بین موقعیت جغرافیایی و احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی وجود دارد (21). به نظر می‌رسد که فاکتورهای محیطی مانند پوشش و کاربری اراضی، اقلیم، رطوبت و مواد آلی خاک بر پراکندگی بیش‌تر پشه خاکی‌ها در دو شهرستان ایذه و اندیمشک موثر باشد. لازم به ذکر است که کاربری اراضی به‌عنوان یک فاکتور انسانی موثر بر تغییر الگوی اپیدمیولوژیک و ظهور مجدد بیماری‌های منتقله توسط ناقلین مطرح شده است که موجب پراکندگی مجدد گونه‌های اهلی می‌شود (22). شهرسازی، مهاجرت، ساختن سد و بزرگراه روی چهره کلی زمین اثر می‌گذارد و در نتیجه این فاکتورها موجب تغییر در پراکندگی پشه خاکی‌های ناقل می‌شوند (23). لازم به ذکر است که خشکسالی بر فعالیت و پراکندگی مخازن لیثمانیوز جلدی تاثیر دارد و همچنین بر میزان رخداد بیماری اثر مستقیم دارد (24). براساس مطالعات قبلی مدل‌سازی بر روی پاپاتاسی مشخص شده که این گونه در مناطقی که تراکم پوشش گیاهی کم هست و فور بالاتری دارد. لذا به نظر می‌رسد، تغییراتی که توسط انسان انجام شده، مانند سدسازی‌ها و انتقال آب برای مصارف صنعتی و کشاورزی در سایر مناطق استان و یا استان‌های دیگر بالادستی خوزستان، باعث محدود شدن پوشش گیاهی طبیعی شده و لذا مخازن بیماری به

سمت کشتزارهای انسانی هجوم می آورند و امکان برقراری چرخه انتقال بیماری بیش تر می شود.

رجبی و همکاران (2012) مدل AHP فازی را برای تعیین نواحی مستعد لیشمانیوز احشایی بکار بردند که از بین فاکتورهای در نظر گرفته شده، وجود سگ ها، شرایط زندگی عشایر و ارتفاع بیش ترین اثر را در بروز بیماری داشتند (25). بر اساس نتایج حاصل از وزن دهی پارامترهای موثر بر لیشمانیوز جلدی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه، بیش ترین وزن به ترتیب مربوط به پارامترهای ارتفاع، دما و بارندگی بود (26). علت اختلاف این مطالعات با مطالعه حاضر را می توان تفاوت در ماهیت بیماری، تعیین فاکتورهای انتخابی و نحوه تکمیل جداول ماتریسی توسط متخصصان مربوطه، جهت مدل سازی دانست.

در این مطالعه فلبوتوموس پاپاتاسی در محدوده دمایی بین 34/3 درجه سانتی گراد در شهرستان ایذه تا 40/33 درجه سانتی گراد در شهرستان اندیمشک و رطوبت 71 درصد در شهرستان ایذه تا 89 درصد در شهرستان دشت آزادگان صید شدند. بارش سالیانه در شهرستان های مورد مطالعه از 333/5 میلی متر در شهرستان دشت آزادگان تا 998/8 در شهرستان اندیمشک متغیر بود. دما، رطوبت و میزان بارندگی بر فراوانی پشه خاکی های صید شده در این مطالعه موثر بوده است. ارتباط معنی داری بین حضور پشه خاکی ها و متغیرهای مکانی مانند ارتفاع، محل نمونه گیری و رطوبت گزارش شد (27). حنفی بجد و همکاران (2015) نشان دادند که فاکتورهای آب و هوایی و توپوگرافی مانند بارندگی، میانگین دما و شیب زمین نقش موثری در پراکندگی فلبوتوموس پاپاتاسی و فلبوتوموس سرزنتی در ایران دارند (28).

نقشه احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی که با استفاده از روش AHP در مورد اثر فاکتورهای آب و هوایی و اکولوژیک ترسیم گردید، نشان داد که فلبوتوموس پاپاتاسی در ارتفاع 105- تا 3741 متر از سطح دریا در این استان پراکندگی دارد و در اکثر

شهرستان های این استان احتمال وجود این ناقل مهم لیشمانیوز جلدی روستایی زیاد می باشد. در مطالعه حاضر این گونه از شهرستان های ایذه، اندیمشک، دشت آزادگان، اهواز و ماهشهر به ترتیب با ارتفاع 835، 176، 250، 18 و ارتفاع 3 متر از سطح دریا صید گردید. در مطالعات پیشین، فلبوتوموس پاپاتاسی از ارتفاع 119 متر بالاتر از سطح دریا گزارش شده است (29). در بررسی خصوصیات زیستگاهی پشه خاکی ها در کشور پاکستان مشخص گردید که ارتباط معنی داری بین حضور پشه خاکی ها و ارتفاع وجود دارد (30).

در مطالعه ای که ابراهیمی و همکاران (2016) در استان خوزستان انجام دادند مشخص شد که بیش ترین تعداد گونه فلبوتوموس پاپاتاسی از ارتفاع 150 تا 372 متر صید گردید، اما هیچ اختلاف معنی داری بین ارتفاع و با پراکندگی این گونه وجود نداشت (31).

در این مطالعه فلبوتوموس پاپاتاسی از اقلیم خشک و نیمه خشک صید شد. احتمال حضور این گونه در مناطق آب و هوایی خشک و نیمه خشک ایران بالا است (28). همچنین در استان گلستان فراوانی ناقل اصلی لیشمانیوز جلدی در روستاهایی با آب و هوای خشک و نیمه خشک بالا بود (32). ابراهیمی و همکاران (2016) فلبوتوموس پاپاتاسی را از پنج زون یا منطقه آب و هوایی مختلف استان خوزستان شامل مناطق بارانی، بارانی و معتدل، مرطوب و معتدل، بارندگی کم و رطوبت نسبی بالا، گرم و خشک صید کردند (31) که این امر نشان دهنده پراکندگی وسیع این گونه در سطح استان می باشد.

بافت خاک (33، 34) و کاربری اراضی (20) نیز از فاکتورهای موثر بر حضور پشه خاکی ها می باشند. کاربری اراضی مانند باغ، مراتع و جنگل می تواند غذا و پناهگاه را برای مخازن و ناقلین لیشمانیوز جلدی فراهم کند (35). در این مطالعه فلبوتوموس پاپاتاسی از مناطق دارای بافت خاک رسی - لومی، ماسه ای، ماسه ای - رسی - لومی صید گردید. بافت خاک به عنوان یک فاکتور موثر بر فراوانی فلبوتوموس پاپاتاسی بیان شده است (36).

بیشترین وزن به ترتیب به معیار میانگین دمای سالیانه (0/406)، میانگین رطوبت نسبی سالیانه (0/233) و میانگین بارندگی سالیانه (0/156) تعلق داشت. همچنین کمترین وزن مربوط به ارتفاع (0/045) بود. لذا می توان چنین نتیجه گرفت که فاکتورهایی مانند دما، رطوبت نسبی و بارندگی بیشترین تاثیر را بر روی احتمال وجود ناقل دارند و در بین معیارهای تعیین شده ارتفاع کمترین اثر را داشت. همچنین در همه مناطق مورد مطالعه دما و رطوبت دو عامل بسیار مهم و تاثیرگذار بر فعالیت پشه خاکی ها بود.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم شهلا بیگدلی می باشد که در مرکز بیماری های عفونی - گرمسیری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به شماره OG-9705 و کد اخلاق IR.AJUMS.REC.1397.050 تصویب شده است.

جهانی فرد و همکاران (1393) نشان دادند که بافت خاک بر وفور این گونه در شهرستان خرمشهر موثر می باشد (13). از مزایای این مطالعه کاربرد همزمان سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی است که علاوه بر تهیه نقشه احتمال وجود ناقل، امکان تهیه نقشه احتمال وجود مخزن و نقشه خطر بیماری با هزینه اندک و در زمان کوتاه را فراهم نموده است. این نقشه ها قابلیت به روز شدن براساس اطلاعات محیطی و اکولوژیکی جدید را دارند. از محدودیت های پژوهش می توان به هزینه بالای تامین وسیله نقلیه، عدم همکاری ساکنین روستاها در جمع آوری نمونه ها و وجود ریزگردها در روزهای نمونه گیری اشاره کرد. پیشنهاد می شود که تاثیر تغییرات آب و هوایی بر ناقلین بیماری حداقل هر 5 سال یک بار با توجه به تغییرات اقلیمی جهانی بررسی گردد.

به طور کلی در این مطالعه پس از آنالیز وزن معیارهای موثر بر احتمال وجود فلبوتوموس پاپاتاسی،

References

1. Yaghoobi Ershadi M. Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Iran and their role on *Leishmania* transmission. J Arthropod Borne Dis 2012; 6(1): 1-17.
2. PAHO/WHO. The special program for research and training in Tropical Diseases (TDR⁴⁵ th Directing Council). 56th session of the regional committee, CD 0204. 2004.
3. Yaghoobi-Ershadi MR. Control of phlebotomine sand flies in Iran: a review article. J Arthropod Borne Dis 2016; 10(4): 429-444.
4. Gebre-Michael T, Malone J, 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.
5. Palaniyandi M. The role of remote sensing and GIS for spatial prediction of vector-borne diseases transmission: a systematic review. J Vector Borne Dis 2012; 49(4): 197-204.
6. Kalluri S, Gilruth P, Rogers D, Szczur M. Surveillance of arthropod vector-borne infectious diseases using remote sensing techniques: a review. PLoS Pathog 2007; 3(10): e116.
7. Bayatani A, Sadeghi A. Spatial analysis of environmental factors of cutaneous leishmaniasis in Iran using GIS. Hakim Res J 2012; 15(2): 158-166 (Persian).
8. Salomón OD, Quintana MG, Mastrángelo AV, Fernández MS. Leishmaniasis and climate change—case study: Argentina. J Trop Med 2012; 1-11.

9. Ramezankhani R, Sajjadi N, Jozi SA, Shirzadi MR. Climate and environmental factors affecting the incidence of cutaneous leishmaniasis in Isfahan, Iran. *Environ Sci Pollut Res* 2018; 25(12): 11516-1126.
10. Al-Harbi KMA-S. Application of the AHP in project management. *Int J Proj Manag* 2001; 19(1): 19-27.
11. Clements CAC, Pfeiffer DU, Martin V. Application of knowledge-driven spatial modelling approaches and uncertainty management to a study of Rift Valley fever in Africa. *Int J Health Geogr* 2006; 5(1): 57-69.
12. ollalo A, Khodabandehloo E. Zoonotic cutaneous leishmaniasis in northeastern Iran: a GIS-based spatio-temporal multi-criteria decision-making approach. *Epidemiol Infect* 2016; 144(10): 2217-2229.
13. Jahanifard E, Hanafi-Bojd AA, Nasiri H, Matinfar HR, Charrahy Z, Abai MR, et al. Prone regions of zoonotic cutaneous leishmaniasis in southwest of Iran: combination of hierarchical decision model (AHP) and GIS. *J Arthropod Borne Dis* 2019; 13(3): 310-323.
14. anifard E, Hanafi-Bojd AA, Akhavan AA, Sharififard M, Khazeni A, Vazirianzadeh B. Modeling of at risk areas of Zoonotic Cutaneous Leishmaniasis (ZCL) using Hierarchical Analysis Process (AHP) and Geographic Information System (GIS) in Southwest of Iran. *J Ent Res* 2020; 44(2): 315-322.
15. Salname Amari Iran. Statistical Center of Iran, Office of the Head, Public Relations and International Cooperation 2018: 935 (Persian).
16. Theodor O, Mesghali A. On the phlebotominae of Iran. *J Med Ent* 1964; 1(3): 285-300.
17. Saaty TL. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int J Serv Sci* 2008; 1(1): 83-98.
18. Cross ER, Newcomb WW, Tucker CJ. 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* 1996; 54(5): 530-536.
19. Cheghabalaki ZZ, Yarahmadi D, Karampour M, Shamsipour A. Spatial dynamics of a phlebotomine sand flies population in response to climatic conditions in Bushehr Province of Iran. *Ann Glob Health* 2019; 85(1): 1-11.
20. Ramezankhani R, Hosseini A, Sajjadi N, Khoshabi M, Ramezankhani A. Environmental risk factors for the incidence of cutaneous leishmaniasis in an endemic area of Iran: A GIS-based approach. *Spat Spatio-temporal Epidemiol* 2017; 21: 57-66.
21. Bigdeli S, Maraghi E, Sharififard M, Jahanifard E, Hanafi Bojd AA. Influence of climatic factors on probability of presence and geographical distribution of *Phlebotomus papatasi*, main vector of zoonotic cutaneous leishmaniasis, in selected counties of Khuzestan Province, 2018. *J Neyshabur Univ Med Sci* 2020; 8(4): 101-111 (Persian).
22. Courtney GW. The Evolutionary Biology of Flies. *Annals of the Entomological Society of America* 2007; 100(1): 91-92.
23. Shimabukuro PHF, da Silva TRR, Fonseca FOR, Baton LA, Galati EAB. Geographical distribution of American cutaneous leishmaniasis and its phlebotomine vectors (Diptera: Psychodidae) in the state of São Paulo, Brazil. *Parasit Vectors* 2010; 3(1): 1-12.
24. Zarei Cheghabalaki Z, Yarahmadi D, Karampour M, Shamsipour AA. Cutaneous Leishmaniasis Incidence and Annu-al Climatic Variations: A Statistical Analysis, Case Study of Mashhad, Iran. *Iranian South Medical Journal* 2019; 22(1): 41-53 (Persian).

25. Rajabi M, Mansourian A, Bazmani A. Susceptibility mapping of visceral leishmaniasis based on fuzzy modelling and group decision-making methods. *Geospat Health* 2012; 7(1): 37-50.
26. Razavi Termeh SV. Cutaneous leishmaniasis susceptibility mapping using multi-criteria decision-making techniques, analytic hierarchy process (AHP) and analytic network process (ANP). *J Environ Health Res* 2018; 3(4): 275-286 (Persian).
27. Özbel Y, Balcioglu IC, Ölgün MK, Şimşek FM, Töz SÖ, Ertabaklar H, et al. Spatial distribution of phlebotomine sand flies in the Aydin Mountains and surroundings: the main focus of cutaneous leishmaniasis in western Turkey. *J Vector Ecol* 2011; 36: S99-S105.
28. Hanafi-Bojd AA, Yaghoobi-Ershadi MR, Haghdoust AA, Akhavan AA, Rassi Y, Karimi A, et al. Modeling the distribution of cutaneous leishmaniasis vectors (Psychodidae: Phlebotominae) in Iran: a potential transmission in disease prone areas. *J Med Entomol* 2015; 52(4): 557-565.
29. Kavarizadeh F, Vazirianzadeh B, Rassi Y, Jalali Glusang A, Abbas Moravvej S. A Faunistic Study of Sand Flies of Musian District, Southwestern of Iran. *Pak J Zool* 2013; 45(2): 549-554.
30. Khan K, Wahid S, Khan NH. Habitat characterization of sand fly vectors of leishmaniasis in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Acta Trop* 2019; 199: 105147-105151.
31. Ebrahimi S, Bordbar A, Rastaghi ARE, Parvizi P. Spatial distribution of sand fly species (Psychodidae: Phlebotominae), ecological niche, and climatic regionalization in zoonotic foci of cutaneous leishmaniasis, southwest of Iran. *J Vector Ecol* 2016; 41(1): 103-109.
32. Sofizadeh A, Rassi Y, Vatandoost H, Hanafi-Bojd AA, Mollalo A, Rafizadeh S, et al. Predicting the distribution of *phlebotomus papatasi* (diptera: psychodidae), the primary vector of zoonotic cutaneous leishmaniasis, in golestan province of Iran Using ecological niche modeling: comparison of MaxEnt and GARP models. *J Med Entomol* 2017; 54(2): 312-320.
33. Elnaiem D, Connor S, Thomson M, Hassan M, Hassan H, Aboud M, et al. Environmental determinants of the distribution of *Phlebotomus orientalis* in Sudan. *Ann Trop Med Parasitol* 1998; 92(8): 877-887.
34. Thomson MC, Elnaiem DA, Ashford RW, Connor SJ. Towards a kala azar risk map for Sudan: mapping the potential distribution of *Phlebotomus orientalis* using digital data of environmental variables. *Trop Med Int Health* 1999; 4(2): 105-113.
35. Iero NNH, Uriarte M. Environmental and socioeconomic risk factors associated with visceral and cutaneous leishmaniasis :a systematic review. *Parasitol Res* 2020; 119(2): 365-384.
36. Kassem H, Hassan AN, Kamal HA. Spatial distribution of *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) and *P. bergeroti* Parrot in Sinai, Egypt in relation to some landscape variables. *J Egypt Ger Soc Zool* 1999; 28(E): 189-201.