ORIGINAL ARTICLE

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

Shahla Bigdeli[1],
Ahmad Ali Hanafi-Bojd[2,3],
Mona Sharififard[4],
Elham Maraghi[5],
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: *Phlebotomous 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)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و یکم شماره 206 اسفند سال 1400 (101-90)

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

شهلا بیگدلی[1]
احمدعلی حنفی بجد[2و3]
منا شریفی فرد[4]
الهام مراغی[5]
الهام جهانی فرد[4و6]

چکیده

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

مواد و روش‌ها: جهت تعیین پراکندگی گونه *فلبوتوموس 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 به‌دست آمد.

یافته‌ها: در این مطالعه 13 گونه پشه خاکی از دو جنس *فلبوتوموس* و *سرژنتومیا* صید شد. فراوانی *فلبوتوموس پاپاتاسی* از نمونه‌های صید شده در شهرستان‌های ایذه، دشت آزادگان، ماهشهر، اندیمشک و اهواز به‌ترتیب 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.

واژه های کلیدی: *فلبوتوموس 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 بیماری که عامل آن انگل لیشمانیا می‌باشد، توسط بخش تحقیقات بیماری‌های گرمسیری سازمان جهانی بهداشت،

مولف مسئول: الهام جهانی فرد - اهواز: دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده بهداشت E-mail: elham.jahani56@gmail.com
1. کارشناس ارشد حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، مرکز تحقیقات بیماری های 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 بیماری های 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

جزو بیماری‌های نوپدید وکنترل 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 به‌ترتیب *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 1395-1393 در استان خوزستان رو به افزایش بوده است، به‌طوری‌که در سال1395، 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 وتعیین آلودگی لیشمانیایی پشه خاکی بوده است که هیچ کدام از این موارد وقوع یا عدم وقوع بیماری درآینده را پیش‌بینی نمی‌کند(4). استفاده از روش‌های نوین برای پیش‌بینی، کشف بهنگام بیماری و پیشگیری از بیماری‌های منتقله بوسیله بندپایان نظیر لیشمانیوز، بعت روند رو به افزایش آن کاملاً ضروری می‌باشد. اخیرا 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). متغیّرهای 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 تاثیرگذار 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 دخالت‌داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. علاوه بر این، فرایند تحلیل سلسله 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)

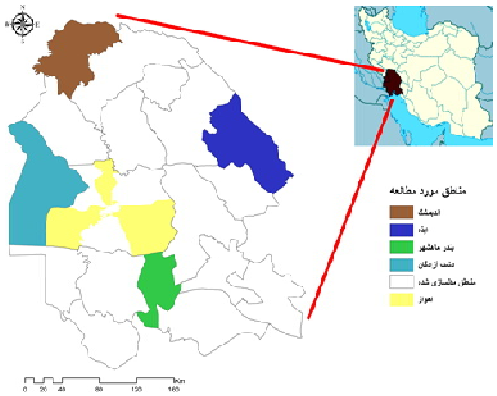
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای مدلسازی فضایی و مدیریت بیماری‌های زئونوز مانند تب دره ریفت و لیشمانیوز جلدی روستایی به‌کار گرفته شده است(12،11). 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 این‌که 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 پیش بینی 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 به‌دلیل 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 ازسیستم‌های 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 درجه و 33 دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار 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 درشرق استان خوزستان قرار دارد. این شهرستان منطقه‌ای کوهستانی است و تنها دشت آبرفتی آن دشت مرکزی است که نسبتا 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 کیلومترمربع 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

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 جمع‌آوری پشه خاکی‌ها، قبل از غروب آفتاب 30 عدد تله چسبان در اماکن داخلی و30 عدد در اماکن خارجی در هر فصل یک بار نصب گردید. صبح روز بعد، قبل از طلوع آفتاب تله‌های نصب شده، جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه مرکز بهداشت شهرستان انتقال داده شد. مختصات محل‌های صید با دستگاه GPS ثبت گردید. نمونه‌ها با استن چربی زدایی شده و در شیشه‌های حاوی الکل 70 درصد نگهداری شدند. از نمونه‌ها با استفاده از محیط پوری، اسلاید میکروسکوپی تهیه گردید. سپس نمونه‌ها با استفاده از کلید معتبر در سطح گونه شناسایی شدند(16).

جمع‌آوری 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 نقشه‌های عوامل آب و هوایی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین نقشه‌های 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 جمع‌آوری داده‌های هواشناسی (دما، رطوبت نسبی و بارندگی) یک شیپ 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. نقشه‌های بافت خاک، ارتفاع از سطح دریا و کاربری اراضی در نرم‌افزار Arc GIS 10.5 ترسیم شد. مختصات جغرافیایی نقاط صید پشه خاکی‌ها که در طول مطالعه توسط دستگاه GPS ثبت شده بود به‌صورت یک لایه به نرم‌افزار انتقال داده شد و لایه پراکندگی گونه *فلبوتوموس پاپاتاسی* صید شده، تهیه گردید.در مورد پراکندگی ناقل اصلی بر اساس مطالعات گذشته، با استفاده از موتورهای جستجو و پایگاه‌های داده‌های مختلف، کلیه مقالاتی که *فلبوتوموس پاپاتاسی* را در استان خوزستان گزارش کرده بودند، جمع‌آوری شدند. سپس داده‌ها در نرم‌افزار اکسل وارد شده و جدول مربوطه جهت ترسیم نقشه پراکندگی 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 لیشمانیوز جلدی روستایی مربوط به مطالعات قبلی بر روی نقشه نهایی برازش داده شد تا میزان انطباق حضور و پراکندگی ناقل اصلی با پراکندگی بیماری مشخص گردد.

تجزیه و تحلیل داده ها و تهیه نقشه احتمال وجود ناقل

فاکتورهای موثر بر فعالیت ناقل اصلی لیشمانیوز جلدی روستایی، از مقالات استخراج گردید(14،13). 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، طبقه‌بندی شدند. جدول ماتریسی احتمال وجود ناقل براساس6 فاکتور تهیه گردید و توسط 7 نفر از صاحبنظران در زمینه بیماری لیشمانیوز تکمیل شد. تکمیل جداول ماتریسی براساس مقیاس ساعتی(17) به صورت ارجحیت یک معیار بر معیار دیگر وزن‌دهی شد. این مقیاس با طیف عددی 9-1 برای تعیین ارزش نسبی بین دو متغیر به‌کار می‌رود. لازم به ذکر است که اهمیت یکسان، اهمیت معمولی، اهمیت بسیار، اهمیت بسیار زیاد، اهمیت فوق‌العاده به‌ترتیب برای اعداد 1،۳،۵،۷ و 9 می‌باشد. برای ترجیحات بین فواصل فوق از اعداد 2، 4، 6 و 8 استفاده می‌گردد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

معیار کاربری اراضی به 5 طبقه یا زیرمعیار شامل زمین‌های کشاورزی، سطوح آبی و بستر رودخانه و باتلاق، اراضی شور بدون پوشش و ماسه‌ای، 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 کم‌تر از 25درجه سانتی‌گراد، 27-25 درجه سانتی‌گراد و بیش‌تر از 27 درجه سانتی‌گراد، ارتفاع به 6 زیر معیار 195- 105 متر، 395-195 متر، 695-395 متر، 995-695 متر، 1295-995 متر و بیش‌تر از 1295 متر تقسیم شدند. همچنین میانگین رطوبت نسبی سالیانه به 3 زیرمعیار کم‌تر از 40 درصد، 50-40 درصد و بیش‌تر از 50 درصد و میانگین بارندگی سالیانه به 3 زیرمعیار کم‌تر از 15 میلی متر، 35-15 میلی‌متر و بیش‌تر از 35 میلی‌متر تقسیم شدند. جداول ماتریسی زیر معیارهای مربوطه نیز تهیه شده و تمام جداول با استفاده از نرم‌افزار 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 کم‌تر از 0/1 بود. وزن‌های 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 نقشه‌های 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.

یافته ها

به‌طور کلی در این مطالعه 13 گونه پشه خاکی شامل *فلبوتوموس پاپاتاسی*، *فلبوتوموس الکساندری*، *فلبوتوموس سرژنتی*، *فلبوتوموس کوکازیکوس* گروپ، *سرژنتومیا سینتونی*، *سرژنتومیا کلایدیی*، *سرژنتومیا تیبریادیس*، *سرژنتومیا ایرانیکا*، *سرژنتومیا توبی*، *سرژنتومیا دنتاتا*، *سرژنتومیا اسکوامی پلوریس*، *سرژنتومیا بغدادیس* و *سرژنتومیا آنتناتا* شناسایی شد. از مجموع پشه خاکی‌های صید شده 57/24 درصد متعلق به گونه *فلبوتوموس پاپاتاسی* بودند. فراوانی *فلبوتوموس پاپاتاسی از نمونه‌های صید شده* در شهرستان‌های ایذه، دشت آزادگان، ماهشهر، اندیمشک و اهواز به‌ترتیب 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 تا27 درجه سانتی‌گراد دارای بیش‌ترین وزن (0/683) می‌باشد. در مورد رطوبت، بیش‌ترین وزن مربوط به زیرمعیار میانگین رطوبت نسبی سالیانه بیش از50درصد (0/600) و کم‌ترین وزن مربوط به زیر معیار رطوبت کم‌تر از 40 درصد گزارش گردید (جدول شماره 1). بیش‌ترین تاثیر بر روی وجود ناقل بر اساس یافته‌ها، مربوط به زیر معیار میانگین بارندگی سالیانه بیش‌تر از 35 میلی‌متر بود که وزنی معادل 0/508 داشت. نتایج مقایسه زوجی معیار بافت خاک نشان داد که بیش‌ترین وزن (0/469) مربوط به زیر معیار خاک‌های رسی- لومی و کم‌ترین وزن مربوط به زیرمعیار خاک‌های 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 به‌دست آورد. اما در مورد معیار ارتفاع، نتایج مقایسه زوجی زیرمعیار ارتفاع نشان دادکه زیرمعیار ارتفاع بیش‌تر از 1295 متر با وزنی معادل 0/031 و زیرمعیار ارتفاع 395-195 متر با وزن 0/440 به ترتیب دارای کم‌ترین و بیش‌ترین وزن به‌دست آمده

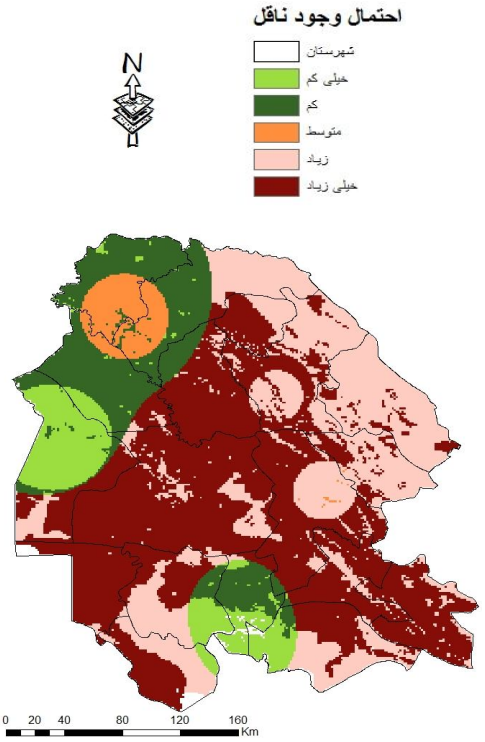
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

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 می‌توان 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 یافته‌های مطالعه نقشه احتمال وجود ناقل بیماری در نرم‌افزار Arc GIS ترسیم گردید (تصویر شماره2). به منظور نمایش محل‌هایی با احتمال وجود ناقل، نقشه بر اساس تقسیم‌بندی طبیعی در آنالیز فضایی نرم‌افزار، به 5 طبقه با احتمال خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم‌بندی شد. لازم به ذکر است که با توجه به آب و هوای استان خوزستان که شرایط مساعد را برای فعالیت ناقل فراهم می‌کند، احتمال وجود ناقل اصلی لیشمانیوز جلدی در اکثر قسمت‌های استان خوزستان زیاد می‌باشد. همچنین تصویر شماره 2 نشان می‌دهد که احتمال وجود *فلبوتوموس پاپاتاسی* در استان در شهرستان‌هایی مانند ماهشهر، قسمت‌هایی از شهرستان شادگان و آبادان، همچنین شهرستان دشت آزادگان، قسمت‌هایی از شهرستان هویزه و اندیمشک در درجه‌های کم و خیلی کم بود ولی این احتمال در شهرستان‌هایی مانند اهواز، بهبهان، هندیجان خیلی زیاد بود.

جهت راست‌آزمایی نقشه احتمال وجود *فلبوتوموس پاپاتاسی*، نقشه پراکندگی ناقل اصلی لیشمانیوز جلدی روستایی بر نقشه احتمال برازش داده شد. تصویر شماره 3 نشان می‌دهد که در اکثر شهرستان‌های استان خوزستان، احتمال وجود *فلبوتوموس پاپاتاسی* در درجه‌های زیاد و خیلی زیاد می‌باشد. این نقشه نشان می‌دهد که *فلبوتوموس پاپاتاسی* از تعداد زیادی از شهرستان‌های این استان صید شده است.

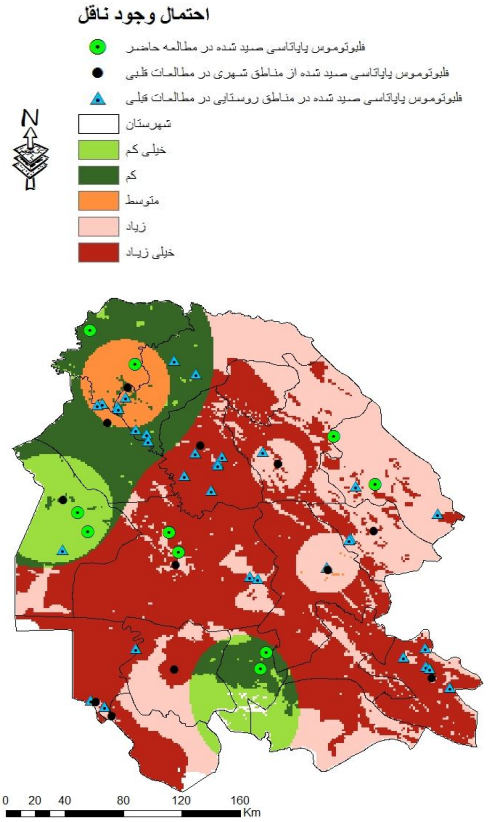
جدول شماره 1: وزن معیارها و زیرمعیارها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

معیار	زیرمعیار	وزن زیرمعیارها	وزن معیارها
میانگین دمای سالیانه	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 سالیانه	کم‌تر از 40 درصد	0/100	0/233
	40-50(درصد)	0/300	
	بیش‌تر از 50 درصد	0/600	
میانگین بارندگی سالیانه	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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]



تصویر شماره 3: راست‌آزمایی نقشه احتمال وجود *فلبوتوموس پاپاتاسی* با پراکندگی نمونه‌های جمع‌آوری 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 وکنترل 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 لیشمانیوز 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(18،13). در مدل‌سازی مناطق پرخطر لیشمانیوز 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 لیشمانیوز 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 لیشمانیوز 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 وفور 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

سمت کشتزارهای انسانی هجوم می‌آورند و امکان برقراری چرخه انتقال بیماری بیش‌تر می‌شود.

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

در این مطالعه *فلبوتوموس پاپاتاسی* در محدوده دمایی بین 34/3 درجه سانتی‌گراد در شهرستان ایذه تا 40/33 درجه سانتی‌گراد در شهرستان اندیمشک و رطوبت 71 درصد در شهرستان ایذه تا 89 درصد در شهرستان دشت‌آزادگان صید شدند. بارش سالیانه در شهرستان‌های مورد مطالعه از 333/5 میلی‌متر در شهرستان دشت آزادگان تا 998/8 در شهرستان اندیمشک متغیر بود. دما، رطوبت و میزان بارندگی بر فراوانی پشه خاکی‌های صید شده دراین مطالعه موثر بوده است. ارتباط معنی‌داری بین حضور پشه خاکی‌ها و متغیرهای مکانی مانند ارتفاع، محل نمونه‌گیری و رطوبت گزارش شد(27). حنفی بجد و همکاران (2015) نشان دادند که فاکتورهای آب وهوایی و توپوگرافی مانند بارندگی، میانگین دما و شیب زمین نقش موثری درپراکندگی *فلبوتوموس پاپاتاسی* و *فلبوتوموس سرژنتی* 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 شهرستان‌های این استان احتمال وجود این ناقل مهم لیشمانیوز جلدی روستایی زیاد می‌باشد. در مطالعه حاضر این‌گونه از شهرستان‌های 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 خاکی‌ها در کشور پاکستان مشخص گردید که ارتباط معنی‌داری بین حضور پشه خاکی‌ها و ارتفاع وجود دارد(30).

در مطالعه‌ای که ابراهیمی و همکاران (2016) در استان خوزستان انجام دادند مشخص شد که بیش‌ترین تعداد گونه *فلبوتوموس پاپاتاسی* از ارتفاع 150 تا 372 متر صید گردید، اما هیچ اختلاف معنی‌داری 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 این‌گونه 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 نشان‌دهنده پراکندگی وسیع این گونه در سطح استان می‌باشد.

بافت خاک(34،33) و کاربری اراضی(20) نیز از فاکتورهای موثر برحضور پشه خاکی‌ها می‌باشند. کاربری اراضی مانند باغ، مراتع و جنگل می‌تواند 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، ماسه‌ای، ماسه‌ای- رسی- لومی صید گردید. بافت خاک به عنوان یک فاکتور موثر بر فراوانی *فلبوتوموس پاپاتاسی* بیان شده است(36).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

جهانی فرد و همکاران (1393) نشان دادند که بافت خاک بر وفور این‌گونه در شهرستان خرمشهر موثر می‌باشد(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 نقشه‌ها قابلیت به روز شدن براساس اطلاعات محیطی و اکولوژیکی جدید را دارند. از محدودیت‌های پژوهش می‌توان به هزینه بالای تامین وسیله نقلیه، عدم همکاری ساکنین روستاها در جمع‌آوری نمونه‌ها و وجود ریزگردها در روزهای نمونه‌گیری اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود که تاثیر تغییرات آب و هوایی بر ناقلین بیماری حداقل هر 5 سال یک بار با توجه به تغییرات اقلیمی جهانی بررسی گردد.

به‌طورکلی در این مطالعه پس از آنالیز وزن معیارهای موثر بر احتمال وجود *فلبوتوموس پاپاتاسی*، 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 می‌توان 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 خاکی‌ها بود.

سپاسگزاری

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

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 (TDR[45] 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.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

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. Cutaneuous 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).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]

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, Balcioğlu IC, Ölgen MK, Şimsek 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, Haghdoost 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: Phlebtominae), 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, Elnaiern 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. lero 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.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-12-21]