ORIGINAL ARTICLE

Applying Network Analysis Process (ANP) and Geographic Information System (GIS) in Modeling the Probability of Crimean-Congo Hemorrhagic Fever (CCHF) Vector: Case Study in Ahvaz, Hamidiyeh, Bavy and Karoon Counties

Elham Jahanifard[1],
Fatemeh Rajaei[2],
Hossein Nasiri[3],
Hossein Hamidinejat[4],
Babak Vazirianzadeh[5]

[1]Assistant Professor, Infectious and Tropical Diseases Research Center, Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
[2] MSc in Medical Entomology and Vector Control, Infectious and Tropical Diseases Research Center, Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
[3] PhD in Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran
[4] Professor, Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[5] Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, Faculty of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

(Received September 6, 2020 ; Accepted December 27, 2020)

Abstract

Background and purpose: Ticks, as ectoparasites, biological vectors and reservoirs of various diseases, are involved in transmission of pathogens to humans and animals. This research aimed at modeling the probability of tick vectors presence in Ahvaz, Hamidiyeh, Bavy, and Karoon in southwest of Iran.

Materials and methods: To perform the modeling, eight criteria (slope, elevation, soil texture, land use, land cover, temperature, humidity, and rainfall) that strongly affect the distribution of ticks were selected. After pairwise comparisons, Super Decision Software was used to determine the significance of each criteria and the weight of sub-criteria was calculated using Expert Choice11. Weighted maps were obtained based on the effect of sub-criteria weights on maps. The final map of the probability of tick vectors presence was prepared based on the weight effect of each criteria in the weighted maps.

Results: Average relative humidity (0.252), average rainfall (0.179), and land cover (0.151) were found to have the greatest effect on the probability of tick presence. Also, the highest probability of tick presence was seen in following cities and rural districts: Ahvaz, Hamidiyeh, Karoon, Bavy, Meshrahat, Karkheh, Qaleh Chenan, and Anafcheh.

Conclusion: In current modelling, considering ecological, topographic, and climatic factors, the probability of the presence of vectors of Crimean-Congo haemorrhagic fever (CCHF) virus was seen to be very high in two rural districts, including Mashrahat (Ahvaz) and Karkheh (Hamidiyeh).

Keywords: hard ticks, network analysis process, geographic information system, Crimean–Congo hemorrhagic fever

J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31 (195): 56-66 (Persian).

* **Corresponding Author: Elham Jahanifard -** Infectious and Tropical Diseases Research Center, Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran (E-mail: elham.jahani56@gmail.com)

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و یکم شماره 195 فروردین سال 1400 (66-56)

کاربرد فرایند تحلیل شبکه و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدلسازی احتمال وجود کنه های ناقل تب خونریزی دهنده کریمه -کنگو: مطالعه موردی در شهرستان های اهواز، حمیدیه، کارون و باوی

الهام جهانی فرد[1]
فاطمه رجایی[2]
حسین نصیری[3]
حسین حمیدی نجات[4]
بابک وزیریان زاده[5]

چکیده

سابقه و هدف: کنه‌ها به عنوان انگل‌های خارجی، ناقلین بیولوژیک و مخازن بیماری‌های مختلف در انتقال عوامل بیماری‌زا به انسان و حیوانات نقش دارند. هدف این مطالعه، مدل سازی احتمال وجود کنه‌های ناقل در شهرستان‌های اهواز، حمیدیه، باوی وکارون است.

مواد و روش‌ها: جهت مدلسازی، 8 معیار شیب، ارتفاع، بافت خاک، کاربری اراضی، پوشش اراضی، دما، رطوبت و بارندگی که بیش‌ترین تاثیر را در پراکندگی کنه‌ها دارند، انتخاب شدند و پس از تکمیل جداول مقایسه زوجی توسط متخصصین، برای تعیین اهمیت هر کدام از معیارها با استفاده از نرم‌افزارSuper Decision آنالیز شدند. نقشه‌های پایه مربوط به 8 معیار ترسیم شده و وزن زیر معیارها با نرم‌افزار Expert Choice11 محاسبه شد. نقشه‌های وزنی براساس تاثیر وزن زیرمعیارها در نقشه‌های پایه به‌دست آمد. نقشه نهایی احتمال وجود کنه‌ها، با استفاده از تاثیر وزن هر کدام از معیارها در نقشه‌های وزنی تهیه شد.

یافته‌ها: براساس نظر متخصصین به‌ترتیب معیارهای میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی و پوشش گیاهی با وزن‌های 0/252 ، 0/179 و 0/151 بیش‌ترین تاثیر را در احتمال وجود کنه‌ها دارند. همچنین بیش‌ترین احتمال در شهرستان‌های اهواز، حمیدیه، کارون و باوی به ترتیب در دهستان‌های مشرحات، کرخه، قلعه چنعان و عنافچه می‌باشد.

استنتاج: بر اساس نقشه حاضر که از تاثیر عوامل اکولوژیک، توپوگرافیک و آب و هوایی می‌باشد، احتمال وجود کنه‌های ناقل تب کریمه- کنگو در دهستان‌های مشرحات (اهواز) و کرخه (حمیدیه) خیلی زیاد است.

واژه های کلیدی: کنه‌های سخت، فرآیند تحلیل شبکه، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تب خونریزی‌دهنده کریمه -کنگو

مقدمه

کنه‌ها بندپایان خونخواری هستند که به سه خانواده آرگازیده (Argasidae)، ایگزودیده (Ixodidae) و نوتالیلیده (Nuttalliellidae) تعلق دارند. به‌طور کلی 896گونه از سه خانواده شناسایی شده است که تنها یک

مولف مسئول: الهام جهانی فرد - اهواز: دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز E-mail : elham.jahani56@gmail.com
1. استادیار، مرکز تحقیقات بیماری های عفونی و گرمسیری خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
2. کارشناسی 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
3. دکترای جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
4. استاد، گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
5. استاد، گروه حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
تاریخ دریافت : 1399/6/16 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات :1399/6/23 تاریخ تصویب : 1399/10/7

گونه مربوط به خانواده نوتالیلیده می‌باشد(1). اما در ایران 26 گونه از دو خانواده آرگازیده و ایگزودیده گزارش شده است(2). کنه‌ها به دلیل تغذیه طولانی روی میزبان، داشتن میزبان‌های مهره دار متعدد، قدرت تولید مثل و طول عمر بالا قادر هستند که با شرایط سخت سازگار شوند و به عنوان ناقل تعداد زیادی از عوامل بیماری‌زا معرفی شوند(3). طیف وسیعی از بیماری‌ها شامل تب خونریزی دهنده کریمه-کنگو، آناپلاسموز، تب کیو، ارلیشیوز، تب راجعه کنه‌ای، بابزیوز، تیلریوز و لایم توسط کنه‌ها انتقال می‌یابد(4). علاوه بر این ضررهای اقتصادی زیادی در دامپروری از طریق کاهش شیر و از دست دادن وزن دام‌ها ایجاد می‌کنند(5). تب خونریزی‌دهنده کریمه - کنگو بیماری ویروسی حاد تب‌دار می‌باشد(6). عامل این بیماری ازجنس *Nairovirus* و خانواده Bunyaviridae می‌باشد(7). ناقل اصلی ویروس تب کریمه-کنگو، گونه‌های مختلفی از جنس هیالوما می‌باشد(4). اما کنه‌های جنس ایگزودس، بوفیلوس، ریپی سفالوس و درماسنتور نیز می‌توانند بیماری را انتقال دهند(7). کنه‌های هیالوما آناتولیکوم، ریپی سفالوس سنگوئینوس، هیالوما اگزکاواتوم، هیالوما آسیاتیکوم، همافیزالیس سولکاتا، هیالوما اسکوپنس از استان خوزستان گزارش شده‌اند(8). رجایی و همکاران در سال 1397، هیالوما مارژیناتوم، هیالوما آناتولیکوم، ریپی‌سفالوس بورسا، ریپی سفالوس سنگوئینوس و بوفیلوی آنولاتوس را از اهواز گزارش کردند(9). لازم به ذکر است که کنه‌های هیالوما مارژیناتوم، هیالوما آناتولیکوم، هیالوما درومداری، هیالوما آسیاتیکوم و ریپی‌سفالوس سنگوئینوس به عنوان 5 گونه مهم در انتقال این بیماری آربوویروسی شناخته شده‌اند(4).

بین حضور و پراکندگی بیماری‌های منتقله توسط کنه‌ها و فراوانی کنه‌ها در یک منطقه ارتباط وجود دارد(10). شرایط اقلیمی مانند الگوی دما و بارندگی اثر مستقیمی روی میزان بقای کنه‌ها دارند که این تغییرات می‌تواند بر روی شیوع پاتوژن‌های منتقله توسط ناقلین تاثیر گذارد(11). لازم به ذکر است که حضور، بقا و پراکندگی جمعیت کنه‌ها به شرایط جغرافیایی آب و هوایی و پراکندگی میزبان بستگی دارد(12). استفاده از روش‌های نوین برای پیش‌بینی،کشف بهنگام بیماری و پیشگیری از بیماری‌های منتقله به وسیله بندپایان نظیر لیشمانیوز به علت روند رو به افزایش آن در حد اپیدمی‌های وسیع کاملا ضروری است. اخیرا تکنولوژی سنجش از دور، نتایج درخشانی را در ارزیابی خطر بیماری‌های منتقله توسط ناقلین گوناگون در مقیاس‌های مکانی مختلف نشان داده است(13). ارتباط بین اجزای ایجادکننده بیماری مانند ناقل،انگل و میزبان و متغیرهای محیطی با استفاده از قابلیت‌های آنالیز مکانی سیستم اطلاعات جغرافیایی(14) و همچنین ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری‌های چند معیاره(15) گزارش شده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی یک سیستم رایانه‌ای است که امکان ذخیره‌سازی، ادغام، پرس و جو، نمایش و تجزیه و تحلیل داده‌ها را با استفاده از اطلاعات در مورد مکان داده فراهم می‌کند. ارتباط بین عوامل خطر بیماری مانند فراوانی و پراکندگی ناقل، مخزن و میزبان و متغیرهای محیطی را می توان با استفاده از قابلیت تجزیه و تحلیل مکانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین کرد(16).

فرایند تحلیل شبکه، یکی ازتکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و در واقع مدل تعمیم یافته و پیچیده‌ای از فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. این مدل برای تحلیل تصمیم‌گیری و در رتبه‌بندی به‌کار می‌رود و قابلیت محاسبه سازگاری و قضاوت‌ها و انعطاف‌پذیری در تعداد سطوح معیارهای قضاوت را دارد(17).

فاکتورهای محیطی، اکولوژیکی و توپوگرافی می‌توانند بر حضور یک کنه در یک منطقه تاثیر گذارند، همچنین این عوامل می‌توانند بر انتشار ناقلین بیماری‌ها مانند کنه‌ها و بیماری‌های منتقله توسط آنان تاثیر گذارد(18). از فاکتورهای اکولوژیکی و عوامل محیطی موثر بر حضور کنه‌ها توسعه کشاورزی، تغییرات رفتاری انسان، حضور مخزن و میزبان در نزدیکی هم، دما،

بارندگی و رطوبت می‌باشد که این عوامل بر حضور، گسترش، فعالیت عامل بیماری نیز تاثیر می‌گذارد(11،16).

در استان خوزستان از بین موارد احتمالی این بیماری، 35/7 درصد در مناطق روستایی و 64/3 درصد در مناطق شهری گزارش گردید و در سال 2003، 5 مورد مرگ ناشی از این بیماری ثبت شد(6). پس از آن بیماری روند روبه کاهش داشته است و در سال‌های 2008 و 2007 در استان خوزستان گزارشی مبنی بر ابتلا به این بیماری وجود ندارد(7) و در سال 2010، تعداد 2 نفر(7) و در نهایت در سال 2015 در اثر تماس با گوشت آلوده، 1 نفر به این بیماری مبتلا شده است(6). در سال 2016 ، 3 مورد از این بیماری از قصاب‌ها در استان خوزستان گزارش شد(19). با توجه به اینکه، راه‌های تشخیص این بیماری از طریق تست‌های آزمایشگاهی، سرولوژی و یا سنجش مولکولی بسیار زمان بر بوده(6) و مقرون به صرفه نمی‌باشد(20)، لذا چالش‌های فراوانی در کنترل تب کریمه-کنگو وجود دارد. هدف این مطالعه مکان یابی احتمال وجود کنه‌های ناقل بالقوه تب کریمه -کنگو با استفاده از فرایند تحلیل شبکه و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهرهایی از این استان می‌باشد که می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در اختیار مسئولین بهداشتی قرار دهد تا در هنگام بروز بیماری نسبت به کنترل کنه‌های ناقل به‌عنوان یکی از اجزای اصلی زنجیره بیماری تب کریمه-کنگو در زمان مناسب اقدام نمایند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان استانی در جنوب غربی ایران است، که از شمال به لرستان، از شرق به استان چهارمحال و بختیاری، از شمال غربی به ایلام، از جنوب شرقی به کهگیلویه و بویراحمد، از جنوب به بوشهر و خلیج فارس و از غرب به کشور عراق محدود می‌شود(21). شهرستان اهواز در مرکز استان خوزستان و در موقعیت جغرافیایی 31 درجه و 46 دقیقه شمالی و 48 درجه و 1 دقیقه شرقی و در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع 12 متر از سطح دریا واقع شده است. شهرستان کارون یکی از شهرستان‌های استان خوزستان درجنوب غربی ایران با مرکزیت شهرکوت عبدالله بوده و در موقعیت جغرافیایی 31 درجه و 16 دقیقه شمالی و 48 درجه و 21 دقیقه شرقی قرار دارد. شهرستان باوی در شرق شهرستان اهواز وجود دارد و از دو بخش مرکزی و ویس تشکیل یافته است. موقعیت جغرافیایی این شهرستان 31 درجه و 42 دقیقه شمالی و 48 درجه و 41 دقیقه شرقی می‌باشد. شهرستان حمیدیه در غرب شهرستان اهواز و در موقعیت جغرافیایی 31 درجه و 42 دقیقه شمالی و 48 درجه و 16 دقیقه شرقی قرار دارد(21).

جمع آوری اطلاعات و لایه های مورد نظر جهت آنالیز در نرم افزار ArcGIS

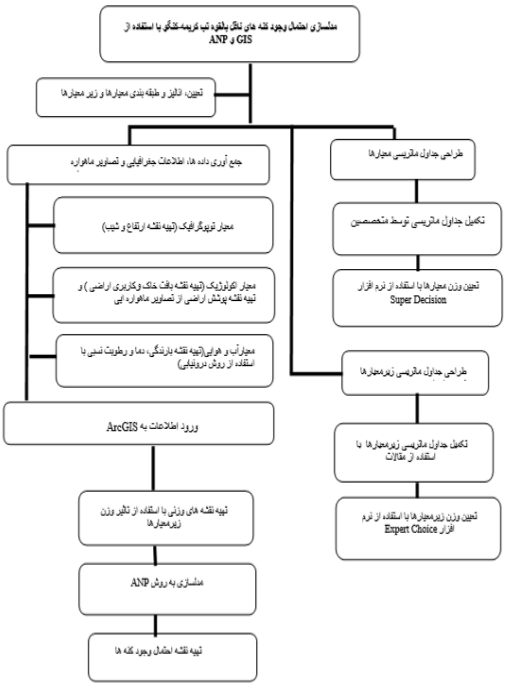
پردازش و تهیه لایه‌ها در این روش براساس پارامترهای دمای هوا، رطوبت نسبی، میزان بارندگی، بافت خاک، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، ارتفاع و شیب در سال 1398 صورت گرفته است. لایه‌های اطلاعاتی هر عنصر از داده‌های مختلفی به دست می‌آید. اطلاعات مربوط به میانگین بارندگی، میانگین درجه حرارت یا دمای هوا و میانگین رطوبت نسبی محیط از سازمان هواشناسی استان خوزستان تهیه شد، سپس با استفاده از روش درونیابی وزن‌دهی براساس عکس فاصله (Inverse Distance Weighting) در داده‌های مورد نظر نقشه‌های میانگین درجه حرارت، میانگین رطوبت نسبی و میانگین بارندگی آماده شد. نقشه‌های رقومی مربوط به کاربری اراضی، ارتفاع و بافت خاک استان خوزستان تهیه شده و بر اساس مناطق مورد مطالعه جدا گردید. همچنین لایه شیب بر اساس نقشه مدل ارتفاع رقومی تهیه شد. برای تهیه لایه پوشش گیاهی، ضریب Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) محاسبه شد، به این صورت که تصویر TM ماهواره لندست با استفاده از نرم افزار ENVI آنالیز گردید و لایه رستری پوشش گیاهی جهت ورود به نرم افزار آماده شد.

تهیه جداول ماتریسی برای معیارها و زیرمعیارها در سیستم تحلیل شبکه و تحلیل سلسله مراتبی و آنالیز آن ها

در این مطالعه برای بررسی احتمال وجود کنه‌ها سه معیار توپوگرافیک، اکولوژیک و آب و هوایی در نظر گرفته شد. برای معیار توپوگرافیک دو زیرمعیار ارتفاع و شیب، برای معیار اکولوژیک سه زیر معیار بافت خاک، پوشش گیاهی و کاربری اراضی و برای معیار آب و هوا سه زیر معیار میانگین بارندگی، میانگین درجه حرارت یا دما و میانگین رطوبت نسبی انتخاب شد. به منظور تعیین روابط بین معیارها و زیر معیارها ، جداول مقایسات زوجی ماتریسی تهیه شد و جداول ماتریسی که بر اساس معیارهای توپوگرافیک، اکولوژیک و آب و هوایی و با توجه به احتمال وجود کنه‌ها ترسیم شده بود، توسط افراد متخصص و فعال در زمینه کنه شناسی براساس مقیاس ساعتی(22)به‌صورت ارجحیت یک معیار بر معیار دیگر وزن‌دهی شد. این مقیاس برای تعیین ارزش نسبی بین دو متغیر به صورت طیف عددی از 1 تا 9 می‌باشد. لازم به ذکر است که اعداد 1، 3،5،7 و 9 به ترتیب معادل با اهمیت یکسان، اهمیت معمولی، اهمیت بسیار، اهمیت بسیار زیاد، اهمیت فوق العاده می باشد. اعداد 2، 4، 6 و 8 برای ترجیحات بین فواصل فوق استفاده می‌شود. وزن معیارها در نرم‌افزار Super Decision مشخص شد. برای هر یک از زیرمعیارها نیز براساس محدوده مناطق موردنظر جداول ماتریسی تهیه شد و با توجه به مقیاس ساعتی و با توجه به مقالاتی که در زمینه اثر عوامل مختلف در پراکندگی کنه‌ها بود تکمیل گردید. سپس وزن زیرمعیارها با استفاده از نرم‌افزار Expert choice تعیین شد. لازم به ذکراست که جمع وزن معیارها در هر دو نرم افزار معادل با یک می‌باشد.

آنالیز داده ها و مدلسازی با استفاده از روش تحلیل شبکه و سیستم اطلاعات جغرافیایی

لایه‌های شیب، ارتفاع، میانگین بارندگی، میانگین رطوبت، میانگین دما، بافت خاک، کاربری اراضی و پوشش گیاهی طبقه‌بندی گردید و وزن‌هایی که براساس آنالیز روش تحلیل سلسه مراتبی برای زیرمعیارها بدست آمده بود در نقشه‌های مربوطه تاثیر داده شد و نقشه‌های وزنی هر کدام از لایه‌ها تهیه شد. جهت تهیه نقشه احتمال وجود ناقلین بالقوه بیماری تب کریمه-کنگو، وزن به‌دست آمده براساس نظر متخصصین کنه‌شناس و آنالیز نظرات توسط نرم‌افزارSuper Decision، در نقشه‌های وزنی تاثیر داده شد. نقشه خروجی برای درک بهتر به 5 طبقه خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی‌زیاد تقسیم شد. لازم به ذکر است که دیاگرام مدلسازی احتمال وجود ناقلین در شکل شماره 1 ترسیم شده است.



تصویر شماره1: مدل طراحی شده برای مدلسازی احتمال وجود کنه‌های ناقل با استفاده از فرایند تحلیل شبکه و سیستم اطلاعات جغرافیایی

یافته ها

مقایسه زوجی معیارها و تعیین وزن آن‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه (ANP (Analysis Network Process از جداول مقایسه زوجی معیارها که شامل احتمال وجود کنه‌های ناقل بالقوه تب کریمه-کنگو بود و توسط 8 نفر

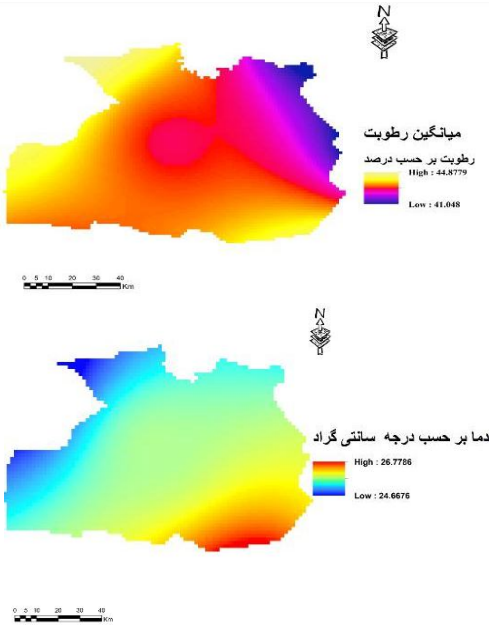
از متخصصان و کارشناسان خبره در زمینه کنه‌شناسی تکمیل شده بود، از جداول مربوطه میانگین هندسی گرفته شد. پس از مقایسه معیارها با یکدیگر میزان ناسازگاری آن‌ها مشخص گردید. هر چه این مقدار افزایش یابد میزان ناسازگاری در قضاوت نیز افزایش یافته است. در حالت کلی، نرخ سازگاری برای معیارها کم‌تر از 0/1 بود. بر اساس نظر متخصصین کنه‌شناس به ترتیب معیارهای میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی و پوشش گیاهی با وزن‌های 0/252، 0/179 و 0/151 بیش‌ترین تاثیر را در احتمال وجود کنه‌ها دارند و از نظر آن‌ها شیب زمین کم‌ترین تاثیر را در احتمال پراکنش این بندپا دارا می‌باشد (جدول شماره1).

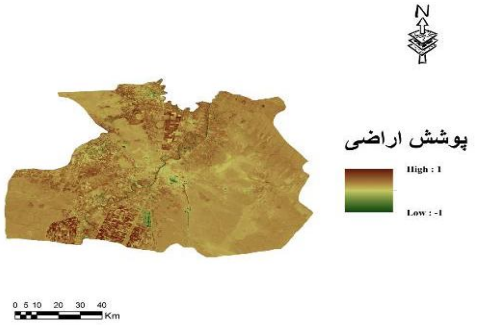
جدول شماره 1: وزن معیارها و زیر معیارها با استفاده از فرایندهای تحلیل سلسه مراتبی(AHP) و تحلیل شبکه (ANP)

معیار	زیرمعیار	وزن زیرمعیارها براساس AHP	وزن معیارها براساس ANP
شیب	کمتر از 50درجه	0/333	0/026
	70-50درجه	0/333	
	بیشتر از 70 درجه	0/333	
ارتفاع	37-30-(متر)	0/097	0/055
	104-37(متر)	0/435	
	118-104 (متر)	0/286	
	بیشتر از 118 (متر)	0/182	
پوشش گیاهی	0-0/15	0/071	0/151
	0/15-0/3	0/141	
	0/3-0/5	0/226	
	بیشتر از 0/5	0/562	
کاربری اراضی	مناطق کشاورزی و دیم	0/083	0/146
	زمین های شنی -ماسه‌ای -بدون پوشش گیاهی	0/311	
	باتلاق - رودخانه	0/054	
	مراتع -جنگل -باغ	0/413	
	مناطق مسکونی	0/139	
بافت خاک	شنی	0/148	0/073
	لومی -شنی - رسی	0/27	
	رسی - لومی	0/520	
	زمین های نامناسب	0/062	
بارندگی	کمتر از 19 mm	0/051	0/179
	24-19 mm	0/124	
	29-24 mm	0/271	
	بیشتر از 29 mm	0/554	
رطوبت نسبی	کمتر از 42%	0/111	0/252
	43%-42%	0/222	
	بیشتر از 43%	0/667	
درجه حرارت	کمتر از 25 °C	0/143	0/118
	26-25 °C	0/286	
	بیشتر از 26 °C	0/571	

مقایسه زوجی زیر معیارها با استفاده از فرایند تحلیل سلسه مراتبی Analytical Hierarchy Process (AHP)

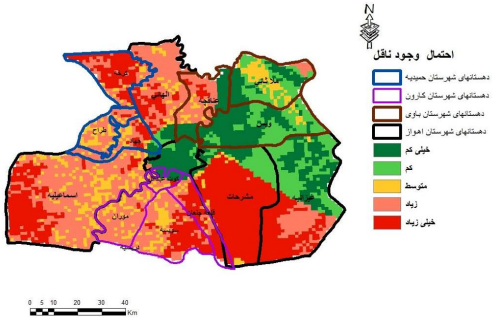
هر یک از معیارهای شیب، ارتفاع، میانگین دما یا درجه حرارت، میانگین رطوبت، میانگین بارندگی، پوشش اراضی، کاربری اراضی، بافت خاک به زیرمعیارهایی تقسیم شدند. جدول شماره 1 نشان می‌دهد که هر سه زیر معیار شیب ارزش و وزن یکسانی دارند و در معیارهای ارتفاع، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، بافت خاک، بارندگی، رطوبت نسبی و دما به ترتیب زیر معیارهای 104-37 متر (0/435)، بیش‌تر از 0/5 (0/562)، مراتع -جنگل -باغ (0/413)، رسی -لومی (0/52)، بیش‌تر از 29 میلی‌متر(0/554)، بیش‌تر از 43 درصد (0/667) و درجه حرارت بیش‌تر از 26 درجه سانتی گراد (0/571) بیش‌ترین وزن را نسبت به سایر زیرمعیارها به خود اختصاص دادند (جدول شماره1). به منظور مدل‌سازی احتمال وجود کنه‌های ناقل بالقوه تب کریمه- کنگو در شهرستان‌های اهواز، حمیدیه، باوی و کارون نقشه‌های پایه شامل کاربری اراضی، پوشش گیاهی، بافت خاک، میانگین رطوبت نسبی هوا، میانگین دما، میانگین بارندگی، ارتفاع و شیب تهیه گردید (تصویر شماره2).





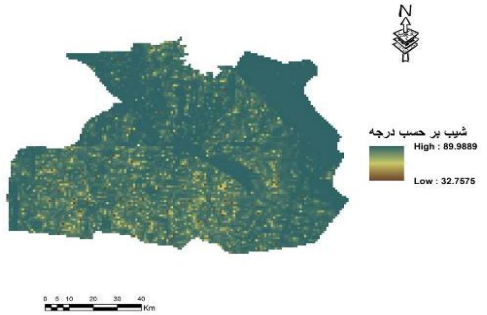
تصویر شماره 2: نقشه 8 معیار جهت مدلسازی احتمال وجود کنه ها، الف: رطوبت نسبی، ب: دما، پ: شیب، ت: بارندگی، ث: بافت خاک، ج: ارتفاع، چ: کاربری اراضی، ح: پوشش اراضی

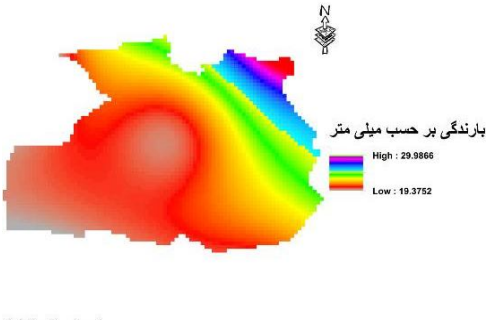
نقشه احتمال وجود کنه‌های ناقل بالقوه در مناطق تحت مطالعه، بر اساس تاثیر وزن بدست آمده بر اساس تاثیر نظر متخصصین در نقشه های وزنی ترسیم شد (تصویر شماره 3).

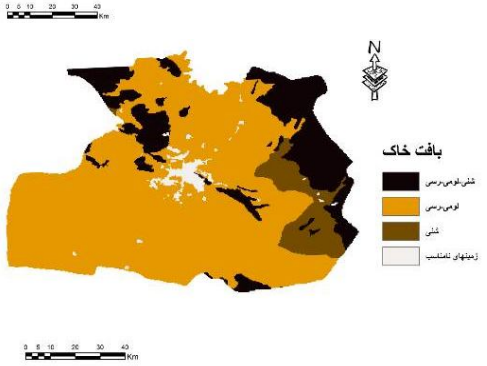


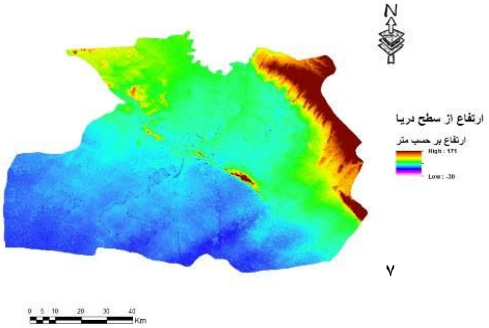
تصویر شماره 3: نقشه احتمال وجود کنه های ناقل تب خونریزی دهنده کریمه-کنگو در شهرستان های اهواز، باوی، حمیدیه و کارون

شهرستان اهواز شامل دهستان‌های اسماعیلیه، الهایی، مشرحات و غیزانیه می‌باشد(21). به‌طور کلی براساس نقشه حاصل از مدل‌سازی می‌توان گفت که احتمال وجود کنه‌ها در بخش وسیعی از دهستان مشرحات، خیلی زیاد بوده و دهستان‌های اسماعیلیه و الهایی نیز احتمال وجود ناقل در آن‌ها از متوسط تا خیلی زیاد پیش‌بینی می‌شود. در دهستان‌های شهرستان حمیدیه احتمال وجود و پراکنش کنه‌های ناقل بیماری از متوسط تا خیلی زیاد است.

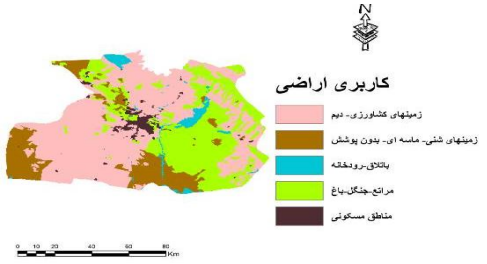








۷



شهرستان کارون نیز شامل 4 دهستان بوده که احتمال پراکنش کنه‌های ناقل در دهستان قلعه چنعان نسبت به سایر دهستان‌ها بیش‌تر می‌باشد. شهرستان باوی دارای سه دهستان بوده که در ویس و ملاثانی احتمال وجود ناقل بیش‌تر بصورت خیلی‌کم و کم می باشد.

بحث

پراکنش کنه‌ها یک شاخص اصلی است که برای تعیین پراکندگی انگل‌های آلوده‌کننده آن‌ها به کار می‌رود. بنابراین علاوه بر مطالعات فونستیک کنه‌ها، بررسی شرایط آب وهوایی وتوپوگرافیک می‌تواند کمک شایانی برای روشن شدن وضعیت پراکنش بندپایان را فراهم آورد(12). اپیدمیولوژی بیماری تب کریمه‌کنگو بسیار پیچیده است زیرا فاکتورهای زیستی و زنده مانند کنه و فراوانی حیوانات اهلی و وحشی و فاکتورهای غیرزنده مانند دما، بارندگی، رطوبت و پوشش گیاهی نقش مهمی را در سیکل زندگی ویروس ایفا می‌کنند(23). بر اساس نتایج این مطالعه و نظر متخصصین کنه‌شناس، میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی و پوشش گیاهی به ترتیب بیش‌ترین اثر را در پراکندگی کنه‌های ناقل تب کریمه-کنگو دارند.

Terzi و همکاران (2011) گزارش کردند که عوامل آب و هوایی و محیطی در افزایش بیماران مبتلا به تب خونریزی‌دهنده کریمه-کنگو به دلیل افزایش فعالیت ناقلین موثر بوده و رطوبت نسبی به‌عنوان یکی از عوامل آب و هوایی موثر بر فعالیت ناقلین بیماری تب کریمه و کنگو معرفی شد(24).

Fabbro و همکاران (2014) بارندگی را به عنوان یک فاکتور آب و هوایی مناسب برای مدلسازی احتمال وجود کنه ایگزودس ریسینوس معرفی کردند(10). Estrada-Pena (2014) نشان داد که عوامل آب و هوایی به‌عنوان عوامل موثر در شیوع بیماری‌های منتقله به‌وسیله کنه‌ها و ناقلین آن‌ها می‌باشند(25). لازم به ذکر است که مطالعه حاضر با سایر مطالعات، همخوانی دارد.

Greenfield (2011) عوامل محیطی مانند نور، رطوبت، ارتفاع و پوشش گیاهی را به عنوان عوامل مؤثر بر انتشار کنه ایگزودس ریسینوس معرفی کرد(26). اما در مطالعه حاضر شیب و ارتفاع کم‌ترین تاثیر را در پراکنش کنه‌های ناقل نشان دادند. به نظر می‌رسد که علت اختلاف دو مطالعه تفاوت در نوع کنه و گونه آن باشد.

Fabbro و همکاران (2014) بیان کردند که شیب و همچنین ارتفاع به‌دلیل اثر منفی آن بر روی درجه حرارت، فاکتورهای مناسبی برای تعیین پراکندگی کنه‌ها نیستند(10) که نتایج حاصل از این مطالعه با موارد ذکر شده، مطابقت دارد. براساس نتایج این مطالعه مراتع، جنگل و باغ با وزن 0/413 بیش‌ترین تاثیر را در احتمال وجود کنه‌های ناقل تب کریمه کنگو دارد. هیالوما مارژیناتوم و گونه‌های ریپی سفالوس بیش‌تر در پوشش گیاهی طبیعی مانند بوته‌ها، جنگل‌ها و مراتع یافت می‌شوند(23) که نشان دهنده مطابقت مطالعه ما با این تحقیق می‌باشد. در این مطالعه پوشش گیاهی سومین فاکتور مهم در احتمال وجود کنه‌های ناقل تب کریمه-کنگو معرفی شد. شایان ذکر است که پوشش گیاهی می‌تواند در اتصال کنه به میزبان موثر باشد و وجود این پوشش گیاهی می‌تواند میکروکلایمت مناسب را در اختیار کنه قرار دهد(27). عوامل محیطی مانند زمین شناسی، خاک، پوشش گیاهی و اقلیم که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر هم اثرمی‌گذارند در ایجاد زیستگاه برای کنه‌ها موثر هستند(28). بافت خاک در ایجاد میزان رطوبت لایه های سطحی زمین موثر است و گزارش شده که رطوبت بیش از حد خاک اثر منفی در حضور اگزودس اسکوپولاریس دارد(29). از نتایج این مطالعه می‌توان به احتمال حضور بیش‌تر کنه‌های ناقل بیماری در بافت رسی– لومی اشاره کرد. لذا به دلیل ویژگی این خاک که برای کشاورزی، باغداری و کاشت گیاهان مناسب بوده و رطوبت مناسبی را برای رشد گیاهان فراهم می‌کند، می‌تواند محیط مناسبی را برای ایجاد زیستگاه مناسب کنه‌های سخت فراهم کند و

با توجه به وسعت خاک‌هایی با بافت رسی - لومی در اکثر شهرستان‌های مورد مطالعه به نظر می‌رسد که این مناطق می‌توانند زیستگاه مناسبی برای کنه‌ها باشند.

در این مطالعه مشخص شد که افزایش میانگین دما و میانگین بارندگی بر احتمال وجود ناقلین تب کریمه-کنگو تاثیر دارد. کنه‌های جنس ریپی سفالوس از بندپایانی هستند که پراکنش آن با متغیرهای محیطی ارتباط دارد. پیش‌بینی می‌شود افزایش دما و بارندگی در اروپا به‌طور بالقوه محیط مناسبی را برای گونه‌های مختلف ریپی سفالوس و هیالوما مارژیناتوم ایجاد کند اما کاهش دما موجب از بین رفتن زیستگاه‌های مناسب برای هیالوما مارژیناتوم شود(30). نقشه احتمال وجود کنه‌های ناقل بالقوه تب کریمه-کنگو که با استفاده از روش ANP و فاکتورهای مختلف آب و هوایی، اکولوژیک و توپوگرافیک ترسیم گردید، نشان داد که با توجه به شرایط آب و هوایی مناطق مورد مطالعه، احتمال پراکندگی گونه‌های مورد نظر زیاد می‌باشد. براساس طبقه‌بندی که در نقشه خروجی انجام شد، احتمال وجود ناقلین در اکثر مناطق مورد مطالعه، در دو وضعیت، زیاد و خیلی زیاد گزارش شد. بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم‌گیری مانند فرایند تحلیل شبکه و فرایند تحلیل سلسله مراتبی بسیار کاربردی می‌باشد که با توجه به هزینه اندک و در زمانی کوتاه، امکان تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی را امکان‌پذیر می‌نمایند.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم فاطمه رجایی می‌باشد که در مرکز بیماری‌های عفونی - گرمسیری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به شماره OG-96147 و کد اخلاق IR-AJUMS.REC.1396.1084 تصویب شده است.

References

1. Guglielmone AA, Robbins RG, Apanaskevich DA, Petney TN, Estrada-Pena A, Horak IG, Shao R, Barker SC. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid species names. Zootaxa 2010; 2528: 1-28.
2. Telmadarraiy Z, Chinikar S, Vatandoost H, Faghihi F, Hosseini-Chegeni A. Vectors of Crimean Congo hemorrhagic fever virus in Iran. J Arthropod Borne Dis 2015; 9(2): 137-147 (Persian).
3. Linthicum KJ, Bailey CL. Ecology of Crimean-Congo hemorrhagic fever. Ecological dynamics of tick-borne zoonoses. Sonenshine DE, Mather TN, (eds). New York: Oxford University Press; 1994. p. 392-437.
4. Elyasi A, Jahanifard E, Sharififard M, Rajaei F, Hosseini-Vasoukolaei N, Ghofleh Maramazi H. Geographical Distribution of Five Major Tick Vectors of Crimean Congo Hemorrhagic Fever in Iran, 2003-2017 (A review article). J Mazandaran Univ Med Sci 2018; 28(166): 231-245 (Persian).
5. Balashov YS. Harmfulness of parasitic insects and acarines to mammals and birds. Entomol Rev 2007; 87(9): 1300-1316.
6. Sharififard M, Alavi SM, Salmanzadeh S, Safdari F, Kamali A. Epidemiological survey of Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF), a fatal infectious disease in Khuzestan province, Southwest Iran, during 1999-2015. Jundishapur J Microbiol 2016; 9(5): e30883.
7. Chinikar S, Ghiasi S, Ghalyanchi LA, Gouya M, Shirzadi M, Zeynali M, et al. An overview of Crimean-Congo hemorrhagic fever in Iran. Iran J Microbiol 2009; 1(1):7-12 (Persian).
8. Asadollahi Z, Sazmand A, Alborzi A, Hamidinejat H, Pourmahdi Boroujeni M,

Sazmand A. Study of cattle ixodid ticks in Khoozestan Province, South-West of Iran. Acarina 2014; 22(2):157-160 (Persian).

9. Rajaei F, Vazirianzadeh B, Hamidinejat H, Jahanifard E, Nasiri H. Biodiversity and geographical distribution of the vector of Crimean-Congo Hemorrhagic Fever in Ahvaz, Southwest of Iran, 2018. J Health Res Commun 2019, 5(3): 63-72 (Persian).
10. Del Fabbro S, Gollino S, Zuliani M, Nazzi F. Investigating the relationship between environmental factors and tick abundance in a small, highly heterogeneous region. J Vector Ecol 2015; 40(1): 107-116.
11. Randolph SE. Perspectives on climate change impacts on infectious diseases. Ecology 2009; 90(4): 927-931.
12. Estrada-Peña A, Salman M. Current limitations in the control and spread of ticks that affect livestock: a review. Agriculture 2013; 3(2): 221-235.
13. 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.
14. 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.
15. 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 (Persian).
16. Daniel M, Kolar J, Zeman P. GIS tools for tick and tick-borne disease occurrence. Parasitol 2004; 129(S1): S329-S352.
17. Dikmen I, Birgonul MT. Using Analytic Network Process for Performance Measurement in Construction, College of Architecture, Georgia Institute of Technology, USA, 2007: 1-11.
18. Medlock J, Pietzsch M, Rice N, Jones L, Kerrod E, Avenell D, et al. Investigation of ecological and environmental determinants for the presence of questing *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) on Gower, South Wales. J Med Entomol 2014; 45(2): 314-325.
19. Salehi-Vaziri M, Salmanzadeh S, Baniasadi V, Jalali T, Mohammadi T, Azad-Manjiri S, et al. An Outbreak of Crimean-Congo Hemorrhagic Fever in the South West of Iran. Jundishapur J Microbiol 2017; 10(1): e41735 (Persian).
20. Estrada-Peña A, de la Fuente J. The ecology of ticks and epidemiology of tick-borne viral diseases. Antivir Res 2014; 108: 104-128.
21. Salname Amari. Iran: Statistical Center of Iran, Office of the Head, Public Relations and International Cooperation. 2018: 935.
22. Saaty TL. Decision making with the analytic hierarchy process. Int J Serv Sci 2008; 1(1): 83-98.
23. Papa A, Sidira P, Tsatsaris A. Spatial cluster analysis of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus seroprevalence in humans, Greece. Parasite Epidemiol Control 2016; 1(3): 211-218.
24. Terzi O, Şişman A, Canbaz S, Şişman Y. An evaluation of spatial distribution of Crimean-Congo hemorrhagic fever with geographical information systems (GIS), in Samsun and Amasya region. J Med Plants Res 2011; 5(5): 848-854.
25. Estrada-Pena A, Zatansever Z, Gargili A,

Aktas M, Uzun R, Ergonul O, et al. Modeling the spatial distribution of Crimean-Congo hemorrhagic fever outbreaks in Turkey. Vector Borne Zoonotic Dis 2007; 7(4): 667-678.

26. Greenfield B. Environmental parameters affecting tick (*Ixodes ricinus*) distribution during the summer season in Richmond Park, London. Biosci Horiz 2011; 4(2): 140-148.
27. Tälleklint-Eisen L, Lane RS. Spatial and temporal variation in the density of Ixodes pacificus (Acari: Ixodidae) nymphs. Environ Entomol 2000; 29(2): 272-280.
28. Guerra M, Walker E, Jones C, Paskewitz S, Cortinas MR, Stancil A, et al. Predicting the risk of Lyme disease: habitat suitability for Ixodes scapularis in the north central United States. Emerg Infect Dis 2002; 8(3): 289-297.
29. Jones C, Kitron U. Populations of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) are modulated by drought at a Lyme disease focus in Illinois. J Med Entomol 2000; 37(3): 408-415.
30. Gray J, Dautel H, Estrada-Peña A, Kahl O, Lindgren E. Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. Interdiscip Perspect Infect Dis 2009: 1-12.