

# ***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<sup>1</sup>,  
Fatemeh Rajaei<sup>2</sup>,  
Hossein Nasiri<sup>3</sup>,  
Hossein Hamidinejat<sup>4</sup>,  
Babak Vazirianzadeh<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Infectious and Tropical Diseases Research Center, Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

<sup>2</sup> MSc in Medical Entomology and Vector Control, Infectious and Tropical Diseases Research Center, Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup> PhD in Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Professor, Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

<sup>5</sup> 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)

# 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<sup>1</sup>  
فاطمه رجایی<sup>2</sup>  
حسین نصیری<sup>3</sup>  
حسین حمیدی نجات<sup>4</sup>  
بابک وزیریان زاده<sup>5</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** کنه ها به عنوان انگل های خارجی، ناقلین بیولوژیک و مخازن بیماری های مختلف در انتقال عوامل بیماری زا به انسان و حیوانات نقش دارند. هدف این مطالعه، مدل سازی احتمال وجود کنه های ناقل در شهرستان های اهواز، حمیدیه، باوی و کارون است.

**مواد و روش ها:** جهت مدلسازی، 8 معیار شیب، ارتفاع، بافت خاک، کاربری اراضی، پوشش اراضی، دما، رطوبت و بارندگی که بیش ترین تاثیر را در پراکندگی کنه ها دارند، انتخاب شدند و پس از تکمیل جداول مقایسه زوجی توسط متخصصین، برای تعیین اهمیت هر کدام از معیارها با استفاده از نرم افزار Super Decision آنالیز شدند. نقشه های پایه مربوط به 8 معیار ترسیم شده و وزن زیر معیارها با نرم افزار Expert Choice 11 محاسبه شد. نقشه های وزنی براساس تاثیر وزن زیر معیارها در نقشه های پایه به دست آمد. نقشه نهایی احتمال وجود کنه ها، با استفاده از تاثیر وزن هر کدام از معیارها در نقشه های وزنی تهیه شد.

**یافته ها:** براساس نظر متخصصین به ترتیب معیارهای میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی و پوشش گیاهی با وزن های 0/252، 0/179 و 0/151 بیش ترین تاثیر را در احتمال وجود کنه ها دارند. همچنین بیش ترین احتمال در شهرستان های اهواز، حمیدیه، کارون و باوی به ترتیب در دهستان های مشرحات، کرخه، قلعه چنغان و عنافچه می باشد.

**استنتاج:** بر اساس نقشه حاضر که از تاثیر عوامل اکولوژیک، توپوگرافیک و آب و هوایی می باشد، احتمال وجود کنه های ناقل تب کریمه - کنگو در دهستان های مشرحات (اهواز) و کرخه (حمیدیه) خیلی زیاد است.

**واژه های کلیدی:** کنه های سخت، فرآیند تحلیل شبکه، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تب خونریزی دهنده کریمه -کنگو

## مقدمه

کنه ها بند پایان خونخواری هستند که به سه خانواده آرگازیده (Argasidae)، ایگزودیده (Ixodidae) و نوتالیلیده (Nuttalliellidae) تعلق دارند. به طور کلی 896 گونه از سه خانواده شناسایی شده است که تنها یک

E-mail: elham.jahani56@gmail.com

**مؤلف مسئول:** الهام جهانی فرد - اهواز: دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

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، آنابلاسموز، تب کیو، ارلیشیوز، تب راجعه کنه‌ای، بایزیوز، 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 خونریزی دهنده کریمه -کنگو بیماری ویروسی حاد تب‌دار می‌باشد (6). عامل این بیماری از جنس *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 درماستور نیز می‌توانند بیماری را انتقال دهند (7). کنه‌های هیالوما آناتولیکوم، ریپی سفالوس سنگوئینوس، هیالوما اگرکاوتوم، هیالوما آسیاتیکوم، همافیزالین سولکاتا، هیالوما اسکوپنس از استان خوزستان گزارش شده‌اند (8). رجایی و همکاران در سال 1397، هیالوما مارژیناتوم، هیالوما آناتولیکوم، ریپی سفالوس بورسا، ریپی سفالوس سنگوئینوس و بوفیلوس آنولاتوس را از اهواز گزارش کردند (9). لازم به ذکر است که کنه‌های هیالوما مارژیناتوم، هیالوما آناتولیکوم، هیالوما درومداری، هیالوما آسیاتیکوم و ریپی سفالوس 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 کاملاً ضروری است. اخیراً تکنولوژی سنجش از دور، نتایج درخشان 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 می‌توان با استفاده از قابلیت تجزیه و تحلیل مکانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین کرد (16).

فرایند تحلیل شبکه، یکی از تکنیک‌های 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 به کار 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 می باشد که این عوامل بر حضور، گسترش، فعالیت عامل بیماری نیز تاثیر می گذارد (16,11).

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 سال های 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 قصاب ها در استان خوزستان گزارش شد (19). با توجه به اینکه، راه های تشخیص این بیماری از طریق تست های آزمایشگاهی، سرولوژی و یا سنجش مولکولی بسیار زمان بر بوده (6) و مقرون به صرفه نمی باشد (20)، لذا چالش های فراوانی در کنترل تب کریمه - کنگو وجود دارد. هدف این مطالعه مکان یابی احتمال وجود کنه های ناقل بالقوه تب کریمه - کنگو با استفاده از فرایند تحلیل شبکه و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهرهایی از این استان می باشد که می تواند اطلاعات ارزشمندی را در اختیار مسئولین بهداشتی قرار دهد تا در هنگام بروز بیماری نسبت به کنترل کنه های ناقل به عنوان یکی از اجزای اصلی زنجیره بیماری تب کریمه - کنگو در زمان مناسب اقدام نمایند.

## مواد و روش ها

### 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 می شود (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 جلگه ای خوزستان و با ارتفاع 12 متر از سطح دریا واقع شده است. شهرستان کارون یکی از شهرستان های استان خوزستان در جنوب غربی ایران با مرکزیت شهر کوت 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 می باشد. 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).

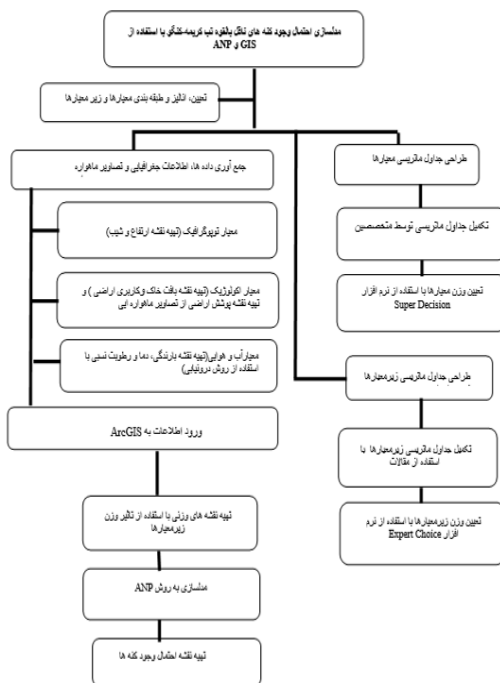
### جمع آوری اطلاعات و لایه های مورد نظر جهت آنالیز در نرم افزار ArcGIS

پردازش و تهیه لایه ها 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. لایه های اطلاعاتی هر عنصر از داده های مختلفی به دست می آید. 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 وزن دهی براساس عکس فاصله (Inverse Distance Weighting) در داده های مورد نظر نقشه های میانگین درجه حرارت، میانگین رطوبت نسبی و میانگین بارندگی آماده شد. نقشه های رقمی 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 رقمی 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 زیرمعیار بافت خاک، پوشش گیاهی و کاربری اراضی و برای معیار آب و هوا سه زیرمعیار میانگین بارندگی، میانگین درجه حرارت یا دما و میانگین رطوبت نسبی انتخاب شد. به منظور تعیین روابط بین معیارها و زیرمعیارها، 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) به صورت ارجحیت یک معیار بر معیار دیگر وزن دهی 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 می‌باشد. اعداد 2، 4، 6 و 8 برای ترجیحات بین فواصل فوق استفاده می‌شود. وزن معیارها در نرم افزار Super Decision مشخص شد. برای هر یک از زیرمعیارها نیز براساس محدوده مناطق مورد نظر 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 نرم افزار Expert choice تعیین شد. لازم به ذکر است که جمع وزن معیارها در هر دو نرم افزار معادل با یک می‌باشد.

پوشش گیاهی طبقه‌بندی گردید و وزن‌هایی که براساس آنالیز روش تحلیل سلسله 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 به دست آمده براساس نظر متخصصین کنه شناس و آنالیز نظرات توسط نرم افزار Super Decision، در نقشه‌های وزنی تاثیر داده شد. نقشه خروجی برای درک بهتر به 5 طبقه خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم شد. لازم به ذکر است که دیاگرام مدلسازی احتمال وجود ناقلین در شکل شماره 1 ترسیم شده است.



تصویر شماره 1: 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

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

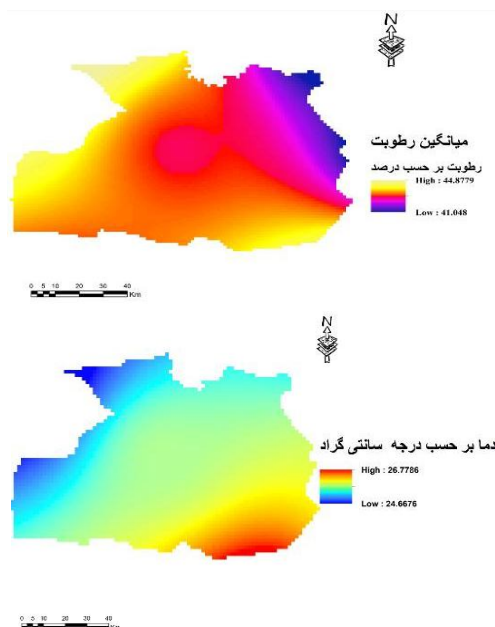
لایه‌های شیب، ارتفاع، میانگین بارندگی، میانگین رطوبت، میانگین دما، بافت خاک، کاربری اراضی و

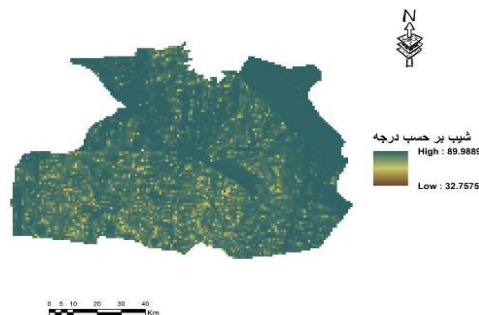
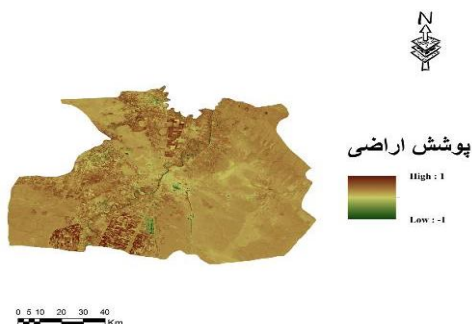
از متخصصان و کارشناسان خبره در زمینه کنه‌شناسی تکمیل شده بود، از جداول مربوطه میانگین هندسی گرفته شد. پس از مقایسه معیارها با یکدیگر میزان ناسازگاری آن‌ها مشخص گردید. هر چه این مقدار افزایش یابد میزان ناسازگاری در قضاوت نیز افزایش یافته است. در حالت کلی، نرخ سازگاری برای معیارها کم‌تر از 0/1 بود. بر اساس نظر متخصصین کنه‌شناس به ترتیب معیارهای میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی و پوشش گیاهی با وزن‌های 0/179، 0/252 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 شماره 1).

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

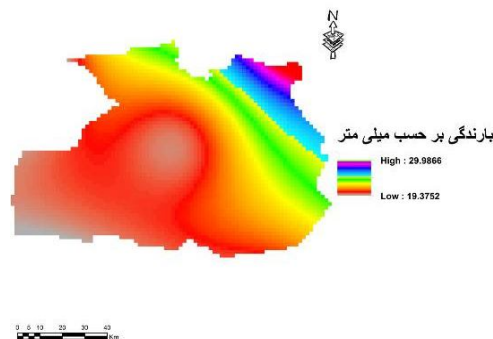
| معیار        | زیر معیار                               | وزن زیر معیارها<br>بر اساس AHP | وزن معیارها<br>بر اساس ANP |
|--------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| شیب          | کمتر از 50 درجه                         | 0/333                          | 0/026                      |
|              | 50-70 درجه                              | 0/333                          |                            |
|              | بیشتر از 70 درجه                        | 0/333                          |                            |
| ارتفاع       | 30-37 (متر)                             | 0/097                          | 0/055                      |
|              | 37-104 (متر)                            | 0/435                          |                            |
|              | 104-118 (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                          |                            |
|              | مناطق کشاورزی و دیم                     | 0/083                          |                            |
| کاربری اراضی | زمین های شنی - ماسه ای - بون پوشش گیاهی | 0/311                          | 0/146                      |
|              | باتلاق - رودخانه                        | 0/054                          |                            |
|              | مراغه جنگل - باغ                        | 0/413                          |                            |
|              | مناطق مسکونی                            | 0/139                          |                            |
|              | مناطق کشاورزی و دیم                     | 0/148                          |                            |
| بافت خاک     | شنی                                     | 0/27                           | 0/073                      |
|              | لومی - شنی - رسی                        | 0/520                          |                            |
|              | رسی - لومی                              | 0/062                          |                            |
| بارندگی      | زمین های نامناسب                        | 0/051                          | 0/179                      |
|              | کمتر از 19 mm                           | 0/124                          |                            |
|              | 19-24 mm                                | 0/271                          |                            |
|              | 24-29 mm                                | 0/554                          |                            |
|              | بیشتر از 29 mm                          | 0/111                          |                            |
| رطوبت نسبی   | کمتر از 42%                             | 0/222                          | 0/252                      |
|              | 42%-43%                                 | 0/667                          |                            |
|              | بیشتر از 43%                            | 0/143                          |                            |
| درجه حرارت   | کمتر از 25 °C                           | 0/286                          | 0/118                      |
|              | 25-26 °C                                | 0/571                          |                            |
|              | بیشتر از 26 °C                          | 0/143                          |                            |

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 زیر معیارهایی 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)، مراغه - 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 سانتی‌گراد (0/571) بیش‌ترین وزن را نسبت به سایر زیر معیارها به خود اختصاص دادند (جدول شماره 1). 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 شماره 2).

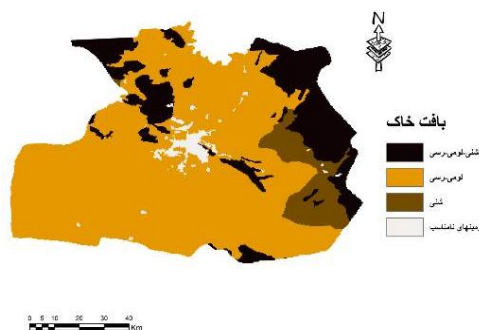
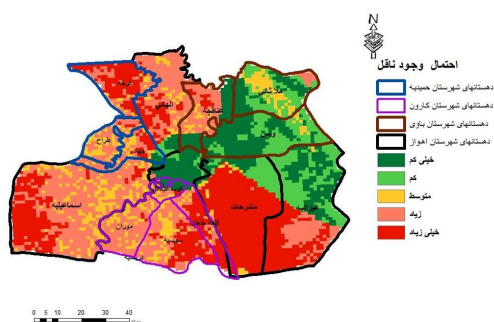




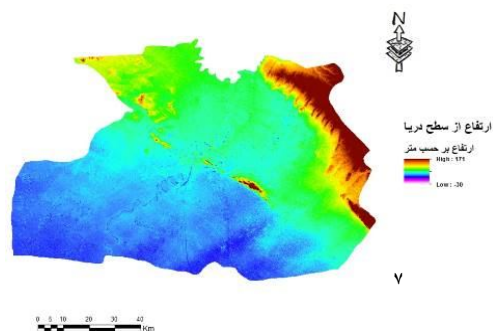
تصویر شماره 2: نقشه 8 معیار جهت مدلسازی احتمال وجود کنه ها،  
الف: رطوبت نسبی، ب: دما، پ: شیب، ت: بارندگی، ث: بافت  
خاک، ج: ارتفاع، چ: کاربری اراضی، ح: پوشش اراضی



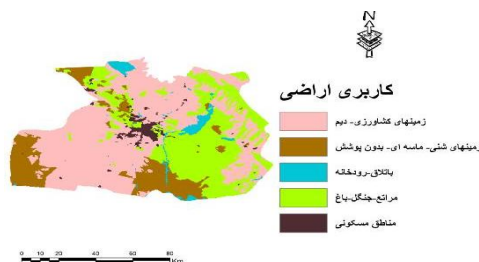
نقشه احتمال وجود کنه‌های ناقل بالقوه در مناطق  
تحت مطالعه، بر اساس تاثیر وزن بدست آمده بر اساس  
تاثیر نظر متخصصین در نقشه‌های وزنی ترسیم شد  
(تصویر شماره 3).



تصویر شماره 3: نقشه احتمال وجود کنه‌های ناقل تب خونریزی  
دهنده کریمه -کنگو در شهرستان‌های 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 دهستان‌های 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.



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

## بحث

پراکنش کنه‌ها یک شاخص اصلی است که برای تعیین پراکنندگی انگل‌های آلوده‌کننده آن‌ها به کار می‌رود. بنابراین علاوه بر مطالعات فونستیک کنه‌ها، بررسی شرایط آب و هوایی و توپوگرافیک می‌تواند کمک شایانی برای روشن شدن وضعیت پراکنش بندپایان را فراهم آورد (12). اپیدمیولوژی بیماری تب کریمه کنگو 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 بیش ترین اثر را در پراکنندگی کنه‌های ناقل تب کریمه کنگو دارند.

Terzi و همکاران (2011) گزارش کردند که عوامل آب و هوایی و محیطی در افزایش بیماریان مبتلا به تب خونریزی‌دهنده کریمه - کنگو به دلیل افزایش فعالیت ناقلین موثر بوده و رطوبت نسبی به عنوان 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 به عنوان عوامل موثر در شیوع بیماری‌های منتقله به وسیله 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 تأثیر 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 به دلیل اثر منفی آن بر روی درجه حرارت، فاکتورهای مناسبی برای تعیین پراکنندگی 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 بیش ترین تأثیر را در احتمال وجود کنه‌های ناقل تب کریمه کنگو دارد. هیالوما مارژیناتوم و گونه‌های ریپی سفالوس بیش تر 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 به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر هم اثر می‌گذارند 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 اکزودس اسکوپولاریس دارد (29). از نتایج این مطالعه می‌توان به احتمال حضور بیش تر 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

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 پایان‌نامه 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

- 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.
- 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).
- 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.
- 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).
- Balashov YS. Harmfulness of parasitic insects and acarines to mammals and birds. *Entomol Rev* 2007; 87(9): 1300-1316.
- 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.
- 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).
- 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.