Journal of Research in Environmental Health

Volume 3, Issue 4, Winter 2018

Cutaneous leishmaniasis susceptibility mapping using multi-criteria decision-making techniques analytic hierarchy process (AHP) and analytic network process (ANP)

Seyed Vahid Razavi Termeh
Master of GIS, Faculty of Geodesy & Geomatics Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran
Vrazavi70@gmail.com

Received: 2017/12/12
Accepted: 2018/02/14

ABSTRACT

Background & objective: Cutaneous leech is one of the six major diseases and an example of epidemic diseases in tropical regions. Prevalence and spread of this disease is affected by environmental factors and climatic conditions as well as economic, social and cultural issues. In this research, Analytic Hierarchy PROCess and network analyzes are used to prepare susceptible cutaneous leeches map. Considering high incidence of cutaneous leech in Khuzestan province, Izeh city was selected as a case study.

Materials & Methods: For this purpose, the number of patients affected by this disease in Izeh was obtained from the Provincial Health Center from 2009 to 2014. Information layers of elevation, rainfall, temperature, humidity, distance from river, distance from rural areas and land use were identified as effective parameter and their maps were prepared in GIS environment. Parameters were compared in pairs by using AHP and ANP and weight of each factors determining their impacts was calculated in Expert Choice and Super Decision software. Then these parameters were combined based on their obtained weights in ArcGIS software and the final cutaneous leech map was prepared. Evaluation of these methods was performed using relative operation curve (ROC) and 16 points related to leech disease.

Result: The results of weighting effective parameters using AHP and ANP showed that the highest weight is related to elevation, temperature and rainfall parameters, respectively. The results of ROC assessment showed that in preparing the map, ANP had an accuracy of 87.8% and AHP had an accuracy of 68.9%.

Conclusion: The results of ANP showed that this model had suitable accuracy in preparing susceptible cutaneous leech map and AHP had moderate accuracy in preparing susceptible cutaneous leech map.

Document Type: Research article

Keywords: Cutaneous leishmaniasis, analytic hierarchy pROCess (AHP), analytic network pROCess (ANP), Geographic Information System (GIS)

▶ **Citation:** Razavi Termeh V. Cutaneous leishmaniasis susceptibility mapping using multi-criteria decision-making techniques analytic hierarchy pROCess (AHP) and analytic network pROCess (ANP). *Iranian Journal of Research in Environmental Health*.Winter 2018;3 (4) : 276-287.

طراحی نقشه حساسیت سالک جلدی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه (ANP)

سید وحید رضوی ترمه
کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی، دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: سالک جلدی، یکی از شش بیماری مهم مناطق گرمسیری و نمونه‌ای از بیماری‌های همه‌گیر می‌باشد. شیوع و انتشار این بیماری علاوه بر مسائل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، تحت تأثیر عوامل محیطی و شرایط اقلیمی نیز می‌باشد. در مطالعه حاضر به‌منظور تهیه نقشه حساسیت بیماری سالک جلدی از روش‌های تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه استفاده شد. با توجه به میزان بروز بالای سالک جلدی در استان خوزستان، شهرستان ایذه به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور تهیه نقشه حساسیت سالک در شهرستان ایذه، تعداد مبتلایان به این بیماری در شهرستان ایذه از سال ۹۲-۱۳۸۷ از مرکز بهداشت استان اخذ گردید. لایه‌های اطلاعاتی ارتفاع، بارندگی، دما، رطوبت، فاصله از رودخانه، فاصله از مناطق روستایی و کاربری اراضی به‌عنوان پارامترهای مؤثر بر بیماری سالک جلدی شناسایی و نقشه‌های مذکور در محیط GIS آماده گردید. پارامترهای شناسایی‌شده با به‌کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه به‌صورت زوجی مقایسه و وزن هر یک از عوامل که مبین میزان تأثیر آن‌هاست، در نرم‌افزارهای Expert Choice و Super Decision محاسبه گردید. سپس این پارامترها بر اساس وزن به‌دست آمده در نرم‌افزار ArcGIS با یکدیگر تلفیق شدند و نقشه نهایی سالک جلدی حاصل از هر روش تهیه گردید. ارزیابی روش‌های مذکور با استفاده از منحنی تشخیص عملکرد نسبی (ROC) و ۱۶ نقطه مربوط به وقوع بیماری سالک صورت گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج حاصل از وزن‌دهی پارامترهای مؤثر با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه، بیشترین وزن به‌ترتیب مربوط به پارامترهای ارتفاع، دما و بارندگی بود. بر اساس نتایج ارزیابی توسط ROC، دقت نقشه تهیه شده با استفاده از روش تحلیل شبکه برابر ۸۷/۸ درصد و دقت روش تحلیل سلسله مراتبی، ۶۸/۹ درصد برآورد گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست‌آمده از روش تحلیل شبکه، نشان‌دهنده دقت خیلی خوب این مدل برای تهیه نقشه حساسیت بیماری سالک جلدی و همچنین نتایج حاصل از روش تحلیل سلسله مراتبی، نشان‌دهنده دقت متوسط این مدل جهت تهیه نقشه حساسیت سالک جلدی می‌باشد.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی
کلید واژه‌ها: سالک جلدی، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مدل تحلیل سلسله مراتبی، مدل تحلیل شبکه

◄ **استناد:** رضوی ترمه و. طراحی نقشه حساسیت سالک جلدی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه (ANP).. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۶؛ ۳ (۴): ۲۷۶-۲۸۷.

مقدمه

تغییرات جهانی در سیستم زمین بر روی الگوهایی از بهداشت انسان، مراکز درمانی جهانی و فعالیت‌های عمومی بهداشت تأثیر می‌گذارد (۱). به‌ویژه بسیاری از بیماری‌هایی که از طریق ناقل منتقل می‌شوند، همیشه به‌عنوان بیماری‌های ناگوار در جهان از آنها یاد می‌شود (۱). بیماری سالک جلدی بعد از مالاریا، دومین بیماری حاره‌ای مهم است (۲) که در مناطق گرمسیری آمریکا، آفریقا، شبه قاره هند، نواحی نیمه گرمسیری آسیای جنوب غربی و ناحیه مدیترانه آندمیک بوده و هر ساله یک تا دو میلیون نفر در دنیا به این بیماری مبتلا می‌شوند (۳). سالک، یکی از شش بیماری مهم مناطق گرمسیری است و نمونه‌ای از بیماری‌های همه‌گیر می‌باشد (۴). این بیماری در بسیاری از نقاط ایران به‌ویژه مناطق شمال غرب و قسمت‌های جنوبی به‌صورت پراکنده گزارش شده است و از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۰ بیش از ۳۰۰۰ مورد از این بیماری در ۳۱ استان کشور تشخیص داده شده است (۵، ۶) و استان خوزستان به دلیل شرایط آب‌وهوایی و اقلیمی، یکی از کانون‌های بیماری سالک جلدی در کشور می‌باشد (۴). سالک، بیماری پوستی مشترک انسان و حیوان از جمله جوندگان است که از طریق نیش پشه خاکی آلوده به انگل لیشمانیا، به هنگام تغذیه خون بیمار به انسان سالم منتقل می‌شود (۷). شیوع و توسعه بسیاری از بیماری‌های واگیر، وابستگی زیادی به عوامل محیطی و شرایط اقلیمی منطقه دارد، بنابراین برای مبارزه با این نوع بیماری‌ها، مطالعه و شناخت محیط زندگی ناقلین، مخازن بیماری و شرایط انتشار بیماری ضروری می‌باشد (۸). در بین عوامل محیطی مؤثر بر سالک، تغییرات آب‌وهوایی، پوشش گیاهی و تغییرات توپوگرافی، نقش مهمی در فرآیند تکثیر پشه خاکی به‌عنوان ناقل بیماری و جوندگان به‌عنوان مخازن بیماری ایفا می‌کنند (۳).

تهیه نقشه حساسیت بیماری‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، یک تکنیک اساسی در مطالعات مکانی بیماری‌های همه‌گیر است که هدف آن، خلاصه کردن متغیرهای مکانی و جغرافیایی در خطرپذیری بیماری است (۷). در هنگامی که داده‌ها به‌صورت پراکنده وجود داشته باشند، تصمیم‌گیری چند معیاره بر مبنای سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند جهت تهیه نقشه خطرپذیری بیماری استفاده شود (۹). متنوع بودن معیارهای تأثیرگذار و نیاز به استفاده از دانش کارشناسان در چگونگی رتبه‌بندی این معیارها، از دلایل اصلی استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره است (۱۰). ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چند معیاره، به تصمیم‌گیرنده یک استراتژی واحد برای محدوده جغرافیایی نمی‌دهد و وزن‌های مختلف جهت انجام استراتژی‌های مختلف به تصمیم‌گیرنده می‌دهد (۹، ۱۰). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy PROCess: AHP)، یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره است که در سال ۱۹۷۰ توسط Saaty(۱۱) ارائه شد که برای تصمیم‌گیری با چند معیار است (۱۲). از مزایای تحلیل سلسله مراتبی این است که اعمال‌نظر کارشناسی توسط افراد را تا حد زیادی آسان‌تر کرده و احتمال خطا را کاهش می‌دهد، همچنین در این روش می‌توان تعداد زیادی از عوامل را دخالت داد و با استفاده از نظر کارشناسی، وزن هر عامل را به‌دست آورد (۱۳). به دلیل عدم توانایی رویکرد تحلیل سلسله مراتبی در لحاظ کردن وابستگی‌های بین شاخص‌ها و گزینه‌ها، Saaty در سال ۱۹۹۶ رویکرد تحلیل شبکه (analytic network pROCess: ANP) را معرفی کرد (۱۴). مزیت این رویکرد در مقایسه با تحلیل سلسله مراتبی این است که عناصر مؤثر در تصمیم‌گیری را در نظر می‌گیرد (۱۴). از مطالعات انجام شده به‌منظور تهیه نقشه سالک جلدی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توان به مطالعه Rajabi و همکاران (۲۰۱۲) که نقشه حساسیت بیماری سالک در شمال غرب ایران را تهیه کردند، اشاره کرد (۱۰). Shorabi و همکاران (۲۰۱۳) نیز به ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر بیماری سالک جلدی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در منطقه ۱۰ شهر مشهد پرداختند(۱۵). Dong و همکاران (۲۰۱۶) به مقایسه بین روش‌های تصمیم‌گیری AHP،

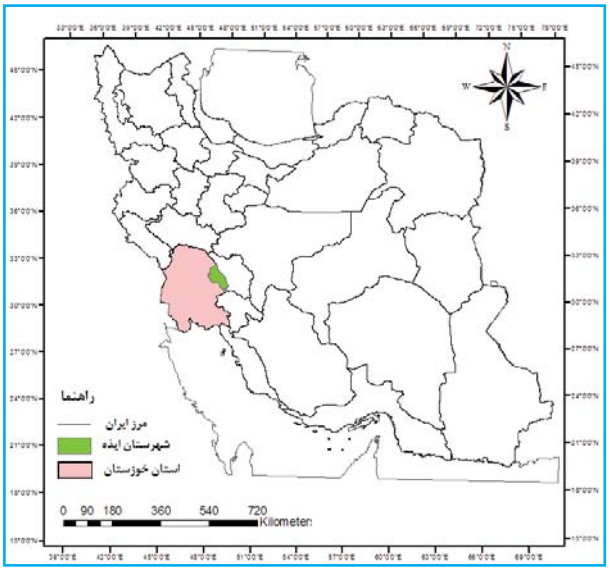
TOPSIS و OWA جهت تهیه نقشه حساسیت سالک پرداختند(۹). در زمینه تهیه نقشه سالک جلدی تاکنون از روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه استفاده نشده است و استفاده از این مدل از نوآوری تحقیق حاضر می‌باشد. همچنین از مزایای دو روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه نسبت به دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مقایسه و تعیین اولویت شاخص‌های اصلی تصمیم‌گیری است (۱۶). بنابراین مطالعه حاضر با هدف تهیه نقشه حساسیت سالک جلدی در استان خوزستان، شهرستان ایذه با استفاده از ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه انجام شد.

روش کار

مطالعه حاضر با هدف تهیه نقشه حساسیت سالک در شهرستان ایذه واقع در استان خوزستان انجام شد. بدین منظور ابتدا مبانی نظری و تئوریک پژوهش بر اساس مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و مراجعه به سازمان‌ها و ارگان‌های مربوطه انجام گرفت. سپس معیارها و زیر معیارهای مورد استفاده به‌منظور تهیه نقشه حساسیت سالک جلدی در شهرستان ایذه شناسایی شد که این معیارها شامل: دما، ارتفاع، بارندگی، رطوبت، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه و فاصله از روستا می‌باشد. لایه‌های تهیه شده از معیارهای تأثیرگذار در نرم‌افزار ArcGIS ۱۰٫۳ مورد پردازش و تحلیل فضایی قرار گرفتند. به‌منظور وزن‌دهی و تعیین اهمیت نسبی هر یک از معیارها، از روش‌های تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه به ترتیب در نرم‌افزارهای Expert Choice و Super Decision استفاده شد. در نهایت تمامی لایه‌ها با توجه به وزن‌های به‌دست آمده در هر یک از روش‌ها، در نرم‌افزار ArcGIS ۱۰٫۳ با یکدیگر تلفیق شدند و نقشه نهایی حساسیت سالک جلدی در ۵ طبقه تهیه شد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهرستان ایذه واقع در استان خوزستان می‌باشد که مساحت این شهرستان ۳۷۸۹ km^2 می‌باشد. این منطقه بین عرض‌های ′۲۶ °۳۱ تا ′۲۱ °۳۲ شمالی و طول‌های جغرافیایی ′۳۳ °۴۹ تا ′۲۸ °۵۰ شرقی استقرار یافته است. ارتفاع بیشینه و کمینه منطقه مورد مطالعه ۳۷۹ و ۳۵۳۷ m می‌باشد. موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان در شکل ۱ نشان داده شده است.

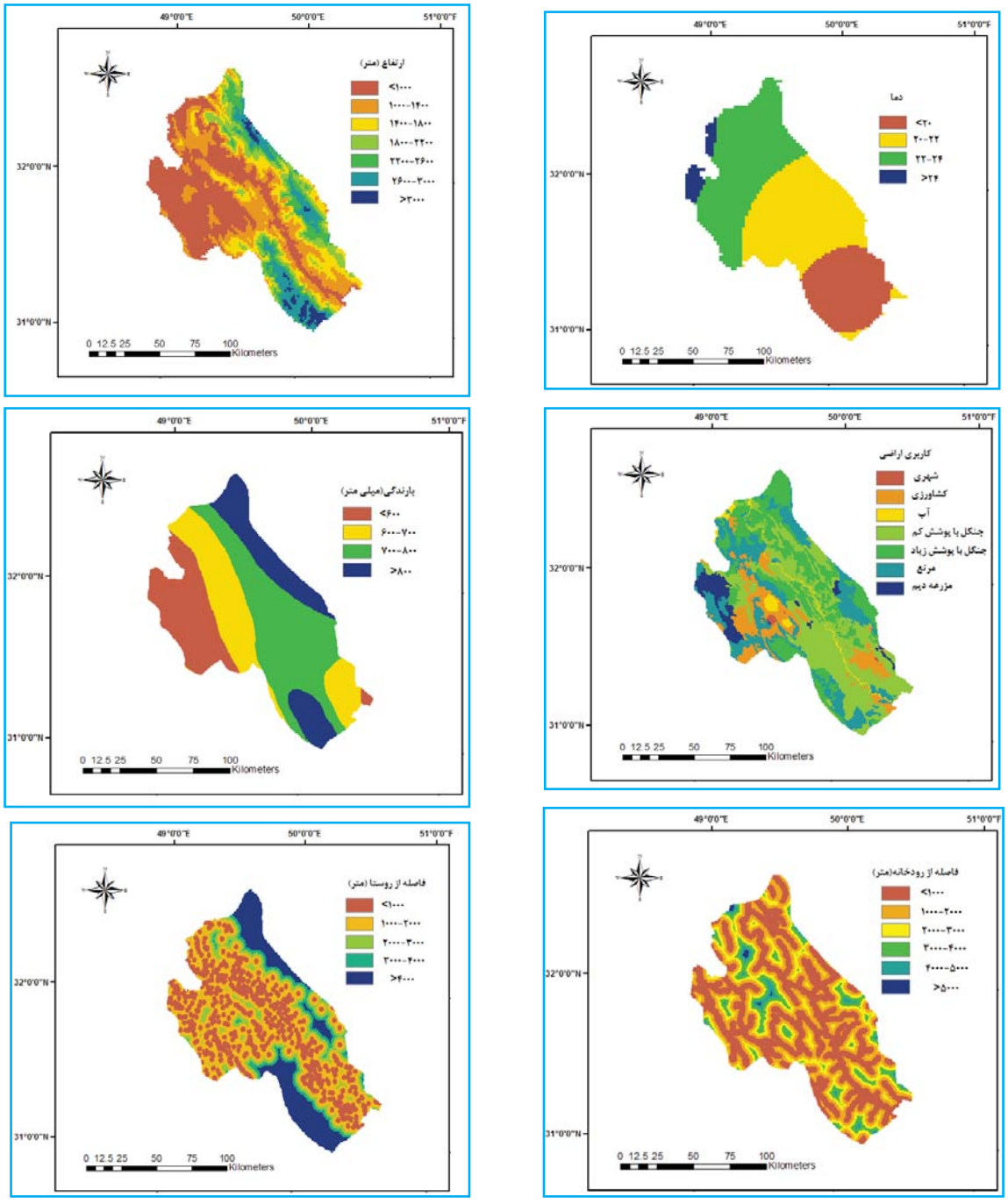


شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان

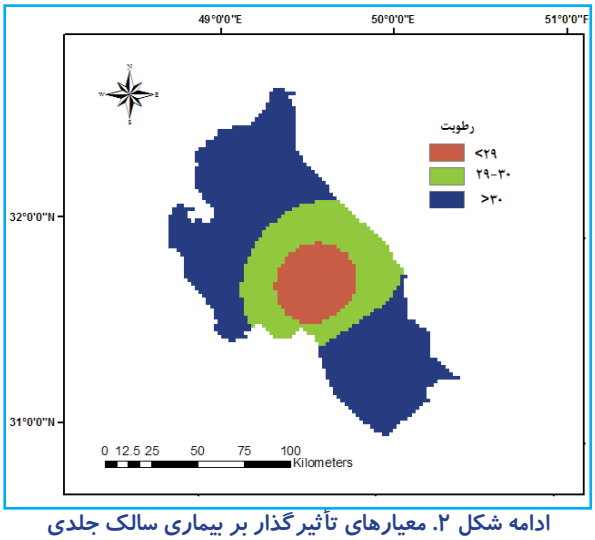
آماده‌سازی معیارهای تأثیرگذار

عناصر آب‌وهوایی و اکولوژیکی یکی از عواملی است که همواره محدودیت‌ها و یا زمینه‌هایی را برای بیماری‌هایی که از راه ناقلانی مانند پشه (مالاریا، سالک) منتقل می‌شوند، از طریق اثرگذاری بر فازهای زیستی و تکثیری آن‌ها به‌وجود می‌آورد. شرایط آب‌وهوایی و محیطی از جمله دمای هوا، رطوبت نسبی هوا، بارش، نوع پوشش منطقه، فاصله از رودخانه و همچنین ارتفاع منطقه از عواملی هستند که فعالیت و تکثیر پشه ناقل لیشمانیا را تحت تأثیر قرار می‌دهند. جهت انجام این تحقیق هفت معیار دما، رطوبت، بارش، ارتفاع، فاصله از مناطق روستایی، فاصله از رودخانه و کاربری اراضی منطقه که شامل نوع پوشش گیاهی می‌باشد، با توجه به مطالعات قبلی که در این زمینه صورت گرفته و نظر کارشناسان در نظر گرفته شد (۹). داده‌های بیماری سالک جلدی از سال ۹۲-۱۳۸۷ از مرکز بهداشت منطقه مورد نظر جمع‌آوری

گردید و همچنین داده‌های بارندگی، رطوبت و دما از داده‌های سازمان هواشناسی در سال‌های ۹۲-۱۳۸۷ استفاده شد. لایه‌های ارتفاع و فاصله از رودخانه از لایه‌های توپوگرافی استان خوزستان به‌دست آمد. مناطقی که دارای دما، بارش و رطوبت زیادی هستند، بیشتر تحت تأثیر این بیماری قرار می‌گیرند. همچنین مناطق نزدیک به رودخانه و نقاط روستایی و مناطق با پوشش کشاورزی و آب، خطرپذیری بیشتری دارند. معیارهای تأثیرگذار بر بیماری سالک در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. معیارهای تأثیرگذار بر بیماری سالک جلدی



ادامه شکل ۲. معیارهای تأثیرگذار بر بیماری سالک جلدی

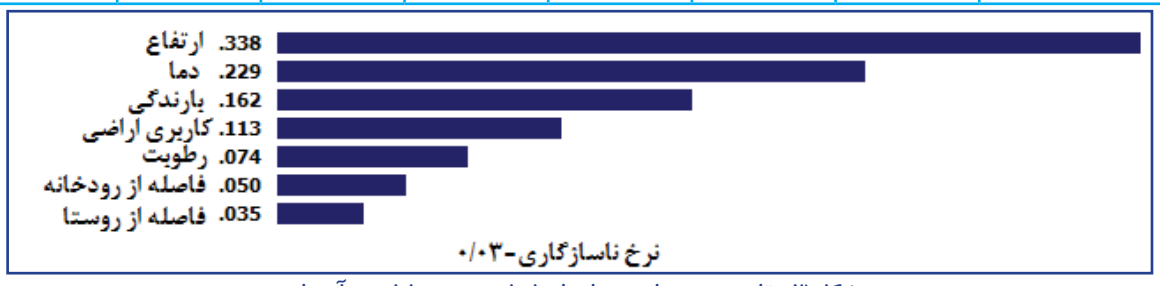
یافته‌ها

یافته‌های حاصل از روش تحلیل سلسله مراتبی

اولین کار در اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر تهیه نقشه حساسیت بیماری سالک جلدی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی بین عوامل است. به این منظور پرسشنامه‌هایی که دربرگیرنده معیارها و زیرمعیارهای مهم در راستای این تحقیق بود طراحی و به‌منظور وزن‌دهی در اختیار کارشناسان و متخصصین امر اعم از مراکز آموزشی و علمی قرار گرفت. در پایان پرسشنامه‌ها جمع‌آوری و هر یک از آن‌ها به‌صورت جداگانه در نرم‌افزار Expert Choice بر اساس مقایسات زوجی و جدول ترجیحات (۱۴) مورد آنالیز قرار گرفت. ماتریس مقایسات زوجی عوامل اصلی مؤثر بر تهیه نقشه حساسیت سالک جلدی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس خروجی نهایی نرم‌افزار Expert Choice (شکل ۳)، از بین هفت فاکتور اصلی، ارتفاع و دما مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار در تهیه نقشه حساسیت سالک جلدی هستند و در مقابل فاصله از رودخانه و فاصله از روستا، از اهمیت کمی برخوردارند. ماتریس مقایسات زوجی مربوط به کلاس‌های هر عامل و نتایج آنالیز وزن آن‌ها در نرم‌افزار Expert Choice در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج، فاصله m ۱۰۰-۰ از رودخانه و روستا و همچنین ارتفاع m ۱۰۰-۰ بیشتر وزن را به خود اختصاص دادند. در نهایت پس از تعیین وزن هر عامل و کلاس‌های مربوط به آن و انتقال وزن‌ها به نقشه‌های مذکور، نقشه حساسیت سالک جلدی در محیط نرم‌افزار Arc GIS تهیه گردید (شکل ۴).

جدول۲. ماتریس وزن دهی معیارهای اصلی نسبت به یکدیگر با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

معیار	دما	فاصله از رودخانه	فاصله از روستا	ارتفاع	بارندگی	رطوبت	کاربری اراضی
دما	۱	۴	۵	۰/۵	۲	۳	۳
فاصله از رودخانه	–	۱	۲	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵	۰/۳۳
فاصله از روستا	–	–	۱	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۲۵
ارتفاع	–	–	–	۱	۳	۵	۳
بارندگی	–	–	–	–	۱	۳	۲
رطوبت	–	–	–	–	–	۱	۰/۵
کاربری اراضی	–	–	–	–	–	–	۱



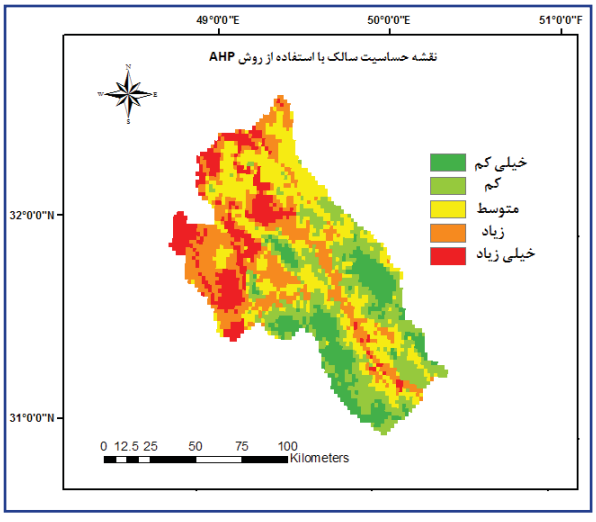
شکل ۳. مقادیر وزن نهایی معیارهای اصلی و تعیین اولویت آن‌ها

جدول۳. تعیین اهمیت و وزن هر کلاسه از معیارهای اصلی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

معیار	کلاسه‌بندی	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	وزن	ضریب ناسازگاری
ارتفاع	۰-۱۰۰۰ (۱)	۱	۲	۳	۳	۴	۵	۶	۰/۳۳۴	۰/۰۳
	۱۰۰۰-۱۴۰۰ (۲)	–	۱	۲	۲	۳	۴	۵	۰/۲۱۸	
	۱۴۰۰-۱۸۰۰ (۳)	–	–	۱	۲	۳	۳	۴	۰/۱۶۱	
	۱۸۰۰-۲۲۰۰ (۴)	–	–	–	۱	۲	۳	۴	۰/۱۲۲	
	۲۲۰۰-۲۶۰۰ (۵)	–	–	–	–	۱	۲	۳	۰/۰۷۸	
	۲۶۰۰-۳۰۰۰ (۶)	–	–	–	–	–	۱	۲	۰/۰۵۲	
	بیشتر از ۳۰۰۰ (۷)	–	–	–	–	–	–	۱	۰/۰۳۶	
فاصله از رودخانه	۰-۱۰۰۰ (۱)	۱	۲	۳	۳	۴	۵	–	۰/۳۵۸	۰/۰۳
	۱۰۰۰-۲۰۰۰ (۲)	–	۱	۲	۳	۳	۴	–	۰/۲۴۳	
	۲۰۰۰-۳۰۰۰ (۳)	–	–	۱	۲	۳	۴	–	۰/۱۶۸	
	۳۰۰۰-۴۰۰۰ (۴)	–	–	–	۱	۲	۳	–	۰/۱۱۱	
	۴۰۰۰-۵۰۰۰ (۵)	–	–	–	–	۱	۲	–	۰/۰۷۳	
	بیشتر از ۵۰۰۰ (۶)	–	–	–	–	–	۱	–	۰/۰۴۸	
فاصله از روستا	۰-۱۰۰۰ (۱)	۱	۲	۳	۴	۵	–	–	۰/۴۱۹	۰/۰۲
	۱۰۰۰-۲۰۰۰ (۲)	–	۱	۲	۳	۴	–	–	۰/۲۶۳	
	۲۰۰۰-۳۰۰۰ (۳)	–	–	۱	۲	۳	–	–	۰/۱۶	
	۳۰۰۰-۴۰۰۰ (۴)	–	–	–	۱	۲	–	–	۰/۰۹۷	
	بیشتر از ۴۰۰۰ (۵)	–	–	–		۱	–	–	۰/۰۶۲	
دما	۰-۲۰ (۱)	۱	۰/۵	۰/۳۳	۰/۳۳	–	–	–	۰/۱۰۶	۰/۰۳
	۲۰-۲۲ (۲)	–	۱	۰/۵	۰/۳۳	–	–	–	۰/۱۶۴	
	۲۲-۲۴ (۳)	–	–	۱	۰/۵	–	–	–	۰/۲۸۳	
	بیشتر از ۲۴ (۴)	–	–	–	۱	–	–	–	۰/۴۴۸	
رطوبت	۰-۲۹ (۱)	۱	۰/۵	۰/۳۳	–	–	–	–	۰/۱۶۳	۰/۰۰۸۷
	۲۹-۳۰ (۲)	–	۱	۰/۵	–	–	–	–	۰/۲۹۷	
	بیشتر از ۳۰ (۳)	–	–	۱	–	–	–	–	۰/۵۴	
بارندگی	۰-۶۰۰ (۱)	۱	۰/۵	۰/۳۳	۰/۲۵	–	–	–	۰/۰۹۵	۰/۰۱
	۶۰۰-۷۰۰ (۲)	–	۱	۰/۵	۰/۳۳	–	–	–	۰/۱۶	
	۷۰۰-۸۰۰ (۳)	–	–	۱	۰/۵	–	–	–	۰/۲۷۷	
	بیشتر از ۸۰۰ (۴)	–	–	–	۱	–	–	–	۰/۴۶۷	
کاربری اراضی	شهری (۱)	۱	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۰/۲	۰/۰۳۱	۰/۰۳
	کشاورزی (۲)	–	۱	۲	۴	۵	۵	۳	۰/۳۵	
	آب (۳)	–	–	۱	۳	۴	۵	۲	۰/۲۴۲	
	جنگل کم (۴)	–	–	–	۱	۲	۳	۰/۵	۰/۱۰۵	
	جنگل زیاد (۵)	–	–	–	–	۱	۲	۰/۳۳	۰/۰۶۹	
	مرتع (۶)	–	–	–	–	–	۱	۰/۳۳	۰/۰۴۹	
	مزرعه دیم (۷)	–	–	–	–	–	–	۱	۰/۱۵۴	

جدول ۵. تعیین اهمیت و وزن هر کلاسه از معیارهای اصلی با استفاده از روش تحلیل شبکه

معیار	کلاسه‌بندی	وزن	معیار	کلاسه‌بندی	وزن
ارتفاع	۰-۱۰۰۰	۰/۱۲۲۳۵۹	کاربری اراضی	شهری	۰/۰۰۳۰۹۵
	۱۰۰۰-۱۴۰۰	۰/۰۸۵۷۳۵		کشاورزی	۰/۰۳۵۰۳۰
	۱۴۰۰-۱۸۰۰	۰/۰۵۶۷۹۵		آب	۰/۰۳۰۶۷۱
	۱۸۰۰-۲۲۰۰	۰/۰۳۷۱۳۶		جنگل کم	۰/۰۱۰۱۵۳
	۲۲۰۰-۲۶۰۰	۰/۰۲۴۲۰۹		جنگل زیاد	۰/۰۰۶۶۵۳
	۲۶۰۰-۳۰۰۰	۰/۰۱۶۵۵۹		مرتع	۰/۰۰۴۵۷۷
	بیشتر از ۳۰۰۰	۰/۰۱۱۴۹۱		مزرعه دیم	۰/۰۱۳۴۴۸
رطوبت	۰-۲۹	۰/۰۱۱۰۴۲	فاصله از رودخانه	۰-۱۰۰۰	۰/۰۱۷۱۲۴
	۲۹-۳۰	۰/۰۲۰۰۶۴		۱۰۰۰-۲۰۰۰	۰/۰۱۱۲۱۰
				۲۰۰۰-۳۰۰۰	۰/۰۰۷۱۴۴
	بیشتر از ۳۰	۰/۰۳۶۴۵۹		۳۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۰۰۴۵۰۵
				۴۰۰۰-۵۰۰۰	۰/۰۰۲۸۶۹
				بیشتر از ۵۰۰۰	۰/۰۰۱۹۱۷
دما	۰-۲۰	۰/۰۲۲۸۹۷	فاصله از روستا	۰-۱۰۰۰	۰/۰۱۳۰۴۸
	۲۰-۲۲	۰/۰۳۸۴۱۰		۱۰۰۰-۲۰۰۰	۰/۰۰۸۱۸۴
	۲۲-۲۴	۰/۰۶۶۵۰۳		۲۰۰۰-۳۰۰۰	۰/۰۰۴۹۸۶
	بیشتر از ۲۴	۰/۱۱۲۱۱۷		۳۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۰۰۳۰۳۲
				بیشتر از ۴۰۰۰	۰/۰۰۱۹۲۶
بارندگی	۰-۶۰۰	۰/۰۱۵۱۴۱			
	۶۰۰-۷۰۰	۰/۰۲۵۳۹۹			
	۷۰۰-۸۰۰	۰/۰۴۳۹۷۶			
	بیشتر از ۸۰۰	۰/۰۷۴۱۳۹			



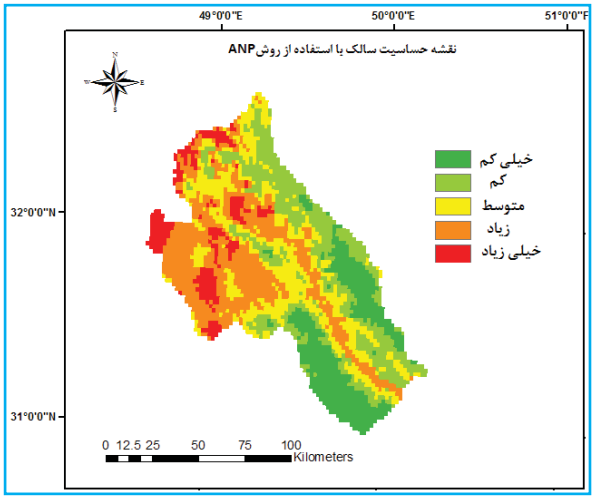
شکل ۴. نقشه حساسیت سالک جلدی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

یافته‌های حاصل از روش تحلیل شبکه

مقایسات زوجی بین معیارها و زیر معیارها مطابق روش تحلیل سلسله مراتبی در نرم‌افزار Super Decision انجام گردید. بر اساس نتایج حاصل از وزن‌های به‌دست‌آمده از مقایسات زوجی بین معیارهای اصلی، بیشترین وزن مربوط به ارتفاع و دما بود (جدول ۴). بر اساس نتایج حاصل از مقایسات زوجی بین زیرمعیارها، بیشترین وزن مربوط به ارتفاع ۱۰۰m-۰ و کم‌ترین وزن مربوط به فواصل بیشتر از ۵۰۰ m از رودخانه بود (جدول ۵). در نهایت پس از تعیین وزن هر عامل و کلاس‌های مربوط به آن و انتقال وزن‌ها به نقشه‌های مذکور، نقشه حساسیت سالک جلدی در محیط نرم‌افزار Arc GIS تهیه گردید (شکل ۵).

جدول۴. وزن‌های به‌دست‌آمده از معیارهای اصلی با استفاده از روش تحلیل شبکه

معیار	وزن
ارتفاع	۰/۱۷۷۱۴۲
فاصله از رودخانه	۰/۰۲۲۳۸۵
فاصله از روستا	۰/۰۱۵۵۸۷
رطوبت	۰/۰۳۳۷۸۲
بارندگی	۰/۰۷۹۳۲۷
دما	۰/۱۱۹۹۶۴
کاربری اراضی	۰/۰۵۱۸۱۲



شکل ۵. نقشه حساسیت سالک جلدی با استفاده از روش تحلیل شبکه

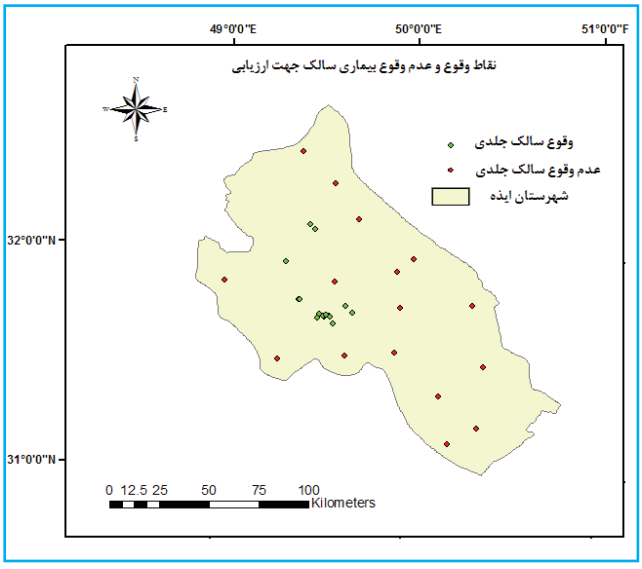
بحث

پس از تهیه نقشه نهایی حاصل از دو روش، نقشه نهایی به پنج کلاس خیلی کم تا خیلی زیاد تقسیم شدند. جهت ارزیابی نقشه‌های تهیه شده و دقت آن‌ها از ۱۶ مکان که بیماری سالک جلدی در آن اتفاق افتاده است، استفاده شد و آنگاه با استفاده از منحنی ROC صحت نقشه‌های تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت. ۱۶ نقطه مربوط به وقوع بیماری در شهرستان ایذه در شکل ۶ نشان داده شده است. منحنی تشخیص عملکرد نسبی برای اولین بار در زمینه مدل‌سازی تغییر کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت (۱۷). روش تشخیص عملکرد نسبی، روشی بسیار خوب برای ارزیابی اعتبار مدل‌هایی که وقوع یک پدیده را با مقایسه نقشه احتمالی که نشان‌دهنده احتمال بروز یک پدیده و یک نقشه دوتایی که تصویر کلاس‌های موجود در آن نقشه را نمایش می‌دهد، می‌باشد (۱۸). در حقیقت منحنی ROC یک نمایش گرافیکی از موازنه بین نرخ خطای منفی و مثبت برای هر مقدار احتمالی از خطای برش‌هاست (۱۸). شاخص عملکرد نسبی، منحنی است که مؤلفه قائم و افقی آن به ترتیب از روابط ۳ و ۴ محاسبه می‌شوند که از ماتریس مقایسه با تعریف حد آستانه بین صفر و یک به‌دست می‌آیند. مقادیر مربوط به درصد واقعیت صحیح (True Positive) و درصد واقعیت کذب (False Positive) نمودار بر طبق روابط زیر محاسبه می‌گردد (۱۸).

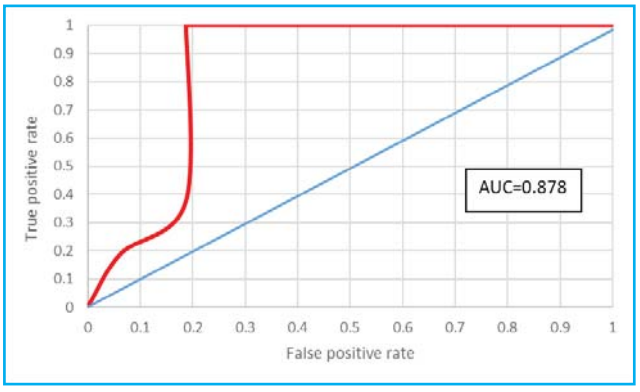
معادله (۴) $$X = 1 - \left[\frac{TN}{TN+FP}\right]$$

معادله (۵) $$Y = \left[\frac{TP}{TP+FN}\right]$$

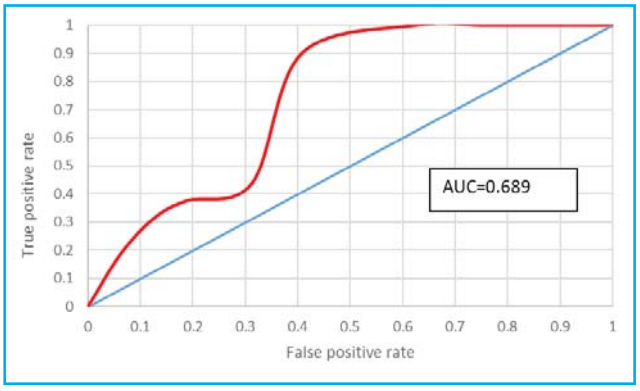
سطح زیر منحنی ROC که AUC نامیده می‌شود، بیانگر مقدار پیش‌بینی سیستم از طریق توصیف توانایی آن در تخمین درست وقایع رخداد (وقوع بیماری) و عدم وقوع رخداد (عدم وقوع بیماری) آن است. ایده‌آل‌ترین مدل، بیشترین سطح زیر منحنی را دارد و مقادیر AUC از ۱-۰/۵ متغیر است. چنانچه مدلی نتواند رخداد وقوع بیماری را بهتر از دیدگاه احتمالی (تصادفی) تخمین بزند، مقدار AUC آن ۰/۵ است و زمانی که منحنی ROC، سطح زیر منحنی برابر ۱ داشته باشد، بیانگر بهترین دقت از نقشه پهنه‌بندی تهیه شده است. همبستگی کیفی- کمی سطح زیر منحنی و ارزیابی تخمین به‌صورت زیر است (۱-۰/۹ عالی، ۰/۹-۰/۸ خیلی خوب، ۰/۸-۰/۷ خوب، ۰/۷-۰/۶ متوسط و ۰/۶-۰/۵ ضعیف) (۱۹). نمودار ROC مربوط به روش تحلیل شبکه و تحلیل سلسله مراتبی در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است.



شکل ۶. نقاط وقوع بیماری جهت ارزیابی مدل‌ها



شکل ۷. نمودار ROC مربوط به روش تحلیل شبکه



شکل ۸. نمودار ROC مربوط به روش تحلیل سلسله مراتبی

بر اساس شکل ۷، دقت به‌دست آمده از روش تحلیل شبکه برابر ۰/۸۷۸ و نشان‌دهنده دقت خیلی خوب این مدل در تهیه نقشه حساسیت سالک جلدی بود. همچنین با توجه به شکل ۸، دقت حاصل از روش تحلیل سلسله مراتبی در تهیه نقشه حساسیت سالک جلدی ۰/۶۸۹ و نشان‌دهنده دقت متوسط این مدل بود. با توجه به نتایج حاصل شده، روش تحلیل شبکه به دلیل لحاظ کردن وابستگی بین شاخص‌ها نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی دقت بالاتری دارد. در روش تحلیل سلسله مراتبی، شاخص‌ها یا معیارها از هم مستقل فرض می‌شوند، درحالی‌که در روش تحلیل شبکه، شاخص‌ها وابسته به هم می‌باشند که از مزایای روش تحلیل سلسله مراتبی نسبت به تحلیل شبکه می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از دو مدل، معیارهای ارتفاع، دما و بارندگی دارای بیشترین تأثیر بر تهیه نقشه حساسیت سالک جلدی در منطقه مورد مطالعه بودند که با نتایج مطالعه Salahi-Moghaddam و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی داشت (۲۰). بر اساس نتایج به‌دست آمده از روش تحلیل شبکه، بیشترین وزن مربوط به زیرمعیارها مربوط به طبقه ارتفاعی ۱۰۰-۰ m و نشان‌دهنده وقوع بیشتر سالک جلدی در مناطق با ارتفاع کمتر بود که با تحقیقات Bhunia و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت (۲۱). در مطالعه Rajabi و همکاران (۲۰۱۲)، Dong (۲۰۱۶) و Bayatani و Sadeghi (۲۰۱۲) بر اهمیت ارتفاع در وقوع سالک جلدی تأکید کردند (۹، ۱۰، ۲۲). همچنین مطالعه Seid و همکاران (۲۰۱۴) که با هدف بررسی فاکتورهای محیطی بر روی سالک جلدی در منطقه اتیوپی آفریقا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شد، نشان داد که شیب، ارتفاع و بارش سالانه در پیش‌بینی سالک جلدی در آن منطقه نقش دارد (۲۳).

نتیجه گیری: با توجه به وزن های بدست آمده از معیارهای اصلی روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه، معیارهای ارتفاع، دما و بارش بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. همچنین نتایج حاصل از زیرمعیارها نشان می دهد که طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰-۰ متر، طبقه بارش بیشتر از ۴۰۰ میلی متر، طبقه دمای بیشتر از ۲۴ درجه و طبقه رطوبت بیشتر از ۳۰ بیشترین وزن ها را به خود اختصاص داده اند. بنابراین با توجه به وزن های

بدست آمده از هر یک از مدل ها می توان نتیجه گرفت که در شرایطی که ارتفاع کم و مقادیر پارامترهای بارش، رطوبت و دما زیاد باشد، احتمال وقوع سالک جلدی در آن مناطق بیشتر است. به طوری که مناطق شمال و شمال غرب شهرستان ایذه نسبت به دیگر مناطق این شهرستان از خطر بالای وقوع سالک جلدی برخوردار است. ارزیابی مدل‌های موردنظر نشان‌دهنده دقت ۰/۶۸۹ برای روش تحلیل سلسله مراتبی و دقت ۰/۸۷۸ برای مدل تحلیل شبکه می‌باشد که نشان دهنده ی دقت بالاتر مدل تحلیل شبکه نسبت به مدل تحلیل سلسله مراتبی در تهیه نقشه سالک جلدی می باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی پرسنل مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌های واگیر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران و دانشگاه علوم پزشکی اهواز بابت فراهم نمودن داده‌های بیماری سالک مورد استفاده در این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference:

1. McMichael AJ. Globalization, climate change, and human health. New England Journal of Medicine. 2013;368(14):1335-43.
2. World Health Organization (WHO), "Report of the conclusive meeting on cutaneous, Leishmaniasi", Geneva: WHO, 2008.
3. Shirzadi m. Ministry of Health and Medical Education, Infectious Disease Management Center, Transmission of Human and Animal Transmissible Diseases, Guide for Cutaneous Leishmaniasis in Iran. 2011. 10-30. (Persian)
4. Khademvatan S, Salmanzadeh S, Foroutan-Rad M, Bigdeli S, Hedayati-Rad F, Saki J, et al. Spatial distribution and epidemiological features of cutaneous leishmaniasis in southwest of Iran. Alexandria Journal of Medicine. 2017;53(1):93-8.
5. Jarahi, L. Tayarani Bathaee, A. Erfanian, M. A study on The effect of physical environment conditions on the prevalence of cutaneous leishmaniasis in leishmania hyperendemic area in Mashhad. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*.Fall 2015;1 (3) : 228-233. (Persian)
6. Mohebali M. Epidemiological status of visceral. leishmaniasis in Iran: experiences and review of literature. J Clin Exp Pathol S. 2012;3:2161-0681.
7. Best N, Richardson S, Thomson A. A comparison of Bayesian spatial models for disease mapping. Statistical methods in medical research. 2005;14(1):35-59.
8. Cardenas R, Sandoval CM, Rodriguez-Morales AJ, Franco-Paredes C. Impact of climate variability in the occurrence of leishmaniasis in northeastern Colombia. The American journal of tropical medicine and hygiene. 2006;75(2):273-7.
9. Dong S. Comparisons between different multi-criteria decision analysis techniques for disease susceptibility mapping. Student thesis series INES. 2016.
10. Rajabi M, Mansourian A, Bazmani A. Susceptibility mapping of visceral leishmaniasis based on fuzzy modelling and group decision-making methods. Geospatial health. 2012;7(1):37-50.
11. Saaty TL. The analytic hierarchy pROCess: planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill, New York London; 1980.
12. Nikmardan A. Introducing the software Expert Choice. 1th ed. Amir Kabir University Press. 2007.
13. Ghodsipour S.H. Issues in Multi-criteria Decision Making, Analytic Hierarchy PROCess. 4th ed. Amir Kabir University Press.2005. p.220.
14. Saaty TL. Decision making with dependence and feedback: The analytic network pROCess: RWS publications Pittsburgh; 1996.
15. Shorabi R, HasanAbadi M, Ahmadi A. Evaluation, Analysis and Ranking of Factors Affecting the Pattern of Leishmaniasis by Using Multi-Criteria Decision Making (Case Study: Ten Municipality of Mashhad), The First National Conference on Urban and Environmental Services, Mashhad, Mashhad Municipality, 1392. (Persian)
16. Jelokhani Niyaraki M R, Hajiloo F. Site Selection for Wind Power Plants Using ANP-OWA Model (Case Study of Zanjan Province, Iran). JGST. 2016; 6 (1):73-86. (Persian)
17. Pontius RG, Schneider LC. Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2001;85(1):239-48.
18. Hu Z, Lo C. Modeling urban growth in Atlanta using loGIStic regression. Computers, Environment and Urban Systems. 2007;31(6):667-88.
19. Zhu C, Wang X, editors. Landslide susceptibility mapping: A comparison of information and weights-of-evidence methods in Three Gorges Area. Environmental Science and Information Application Technology, 2009 ESIAT 2009 International Conference on; 2009: IEEE
20. Salahi-Moghaddam A, Mohebali M, Moshfae A, Habibi M. Ecological study and risk mapping of visceral leishmaniasis in an endemic area of Iran based on a geographical

information systems approach. Geospatial health. 2010;5(1):71-7.
21. Bhunia GS, Kesari S, Chatterjee N, Pal DK, Kumar V, Ranjan A, et al. Incidence of visceral leishmaniasis in the Vaishali district of Bihar, India: spatial patterns and role of inland water bodies. Geospatial health. 2011;5(2):205-22. Bayatani A, Sadeghi A. Spatial Analysis of Environmental Factors of Cutaneous Leishmaniasis in Iran Using GIS . Hakim Health Sys Res . 2012; 15 (2) :158-165. (Persian)
23. Seid A, Gadisa E, Tsegaw T, Abera A, Teshome A, Mulugeta A, et al. Risk map for cutaneous leishmaniasis in Ethiopia based on environmental factors as revealed by geographical information systems and statistics. Geospatial health. 2014;8(2):377-87.