

واکاوی و مدل سازی توزیع مکانی بیماری های تنفسی مرتبط با عوامل محیطی

(مطالعه موردی: استان کردستان)

عبدالله فرجی^۱

محمد کمانگر^{۲*}

Mohamad.kamangar63@gmail.com

فیروزه قادری^۳

تاریخ پذیرش: ۹۸/۴/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۸/۱/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: سلامت جسمی و روحی انسان تا حد زیادی به شرایط آب و هوایی مکان زیست او بستگی دارد. شناسایی عوامل محیطی ایجاد یا تشدیدکننده بیماری ها در بهینه کردن تصمیم گیری برای پیشگیری و کنترل می تواند مفید باشد. هدف از این تحقیق تحلیل مکانی بیماری های تنفسی و ارتباط آن با عوامل محیطی به منظور شناخت توزیع مکانی، کشف خوشه ها و مدل سازی پیش بینی مکانی است.

روش بررسی: جمعیت مورد مطالعه افراد دارای بیماری های تنفسی مراجعه کننده بین بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ به مراکز درمانی و محدوده مورد مطالعه استان کردستان است. با توجه به پراکندگی بیماران از آماره بیضوی انحراف استاندارد مکانی، میانه مکانی و شاخص موران جهت بررسی و برای مدل سازی با استفاده از متغیرهای مستقل گردوغبار، ارتفاع، جهت شیب و دما از روش رگرسیون مکانی استفاده شد. **یافته ها:** یافته ها نشان داد که جهت بیضوی مکانی سه برابر انحراف استاندارد شمال غربی جنوب شرقی است که نشان می دهد بیش از ۹۹ درصد این بیماری ها در این راستا گسترش دارد. شاخص $0/82$ موران نیز نشان دهنده وجود خودهمبستگی مکانی و تعداد بیماری در سطح معناداری ۹۹ درصد است. در مدل سازی مکانی جهت پیش بینی پراکندگی مکانی بیماری علامت مثبت ضرایب به دست آمده برای گردوغبار و دما با بیماری نشان دهنده ارتباط مستقیم و ضرایب منفی بین ارتفاع و شیب نشان دهنده رابطه غیرمستقیم با بیماری است. همچنین مدل سازی نشان داد که گردوغبار مهم ترین پارامتر در پیش بینی بیماری است.

بحث و نتیجه گیری: مقدار $R^2 = 0/82$ بیانگر این است که مدل استخراج شده قادر است به طور کامل متغیر وابسته یعنی بیماری تنفسی در استان کردستان را با در نظر گرفتن متغیرهای مستقل محیطی پیش بینی کند. با استفاده از نقشه پیش بینی به دست آمده می توان مناطق در معرض ابتلا به بیماری تنفسی را در راستای بهبود فرآیند تصمیم گیری تخصیص و توزیع مکانی خدمات بهتر شناسایی کرد.

واژه های کلیدی: گردوغبار، بیماری تنفسی، تحلیل مکانی، شاخص موران، کردستان.

۱- استادیار آب و هواشناسی، دانشکده انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان

۲- دانشجو دکتری آب و هواشناسی، دانشکده انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان

۳- کارشناس پژوهش جهاد دانشگاهی، کردستان

Analysis and Modeling of the Spatial Distribution of Respiratory Diseases Associated with Environmental Factors Case Study: Kurdistan Province

Abdolah Faraji¹

Mohamad Kamangar^{2*}

Mohamad.kamangar63@gmail.com

Firozeh Ghadri³

Admission Date: July 3, 2019

Date Received: April 2, 2019

Abstract

Background and Objective: Human physical and mental health greatly depends on the climatic conditions of its bio-location. Identifying environmental factors creating or exacerbating diseases can be useful in optimizing decision making for prevention and control. The purpose of this study is to determine the spatial resolution of respiratory diseases and its relation with environmental factors in order to understand spatial distribution, cluster discovery and spatial prediction modeling.

Method: The population of patients with respiratory diseases referred to the medical centers and the study area of Kurdistan province between 2007 and 1396. Regarding the dispersion of patients from spatial and moron standard deviations, we used spatial regression method to determine the spatial and morphometric variability of the samples using independent variables of dust, height, direction of inclination and temperature.

Findings: The results showed that the area of the ellipsoid is three times the standard deviation of the northwest of the southeast, indicating that more than 99% of these diseases are spreading in this direction. Moran index 0.82 also indicates spatial autocorrelation and disease numbers at a significant level of 99%. In spatial modeling to predict the spatial dispersion of a positive symptom disease, the coefficients obtained for dust and temperature with the disease indicate a direct relationship and the negative coefficients between elevation and slope indicate an indirect relationship with the disease. Modeling also showed that dust is the most important parameter in predicting the disease.

Discussion and Conclusion: The value of $R^2 = 0.88$ indicates that the extracted model is able to fully predict the dependent variable, respiratory disease, in Kurdistan province, taking into account independent environmental variables. Using the prediction map, the regions with respiratory disease can be better identified in order to improve the decision-making process for allocating and distributing spatial services.

Keywords: Dust, Respiratory Disease, Spatial Analysis, Moran Index, Kurdistan.

1- Assistant Professor, Faculty of Human Science, Zanjan University, Zanjan, Iran.

2- Ph.D., Student, Faculty of, Human Zanjan University, Zanjan, Iran. *(Corresponding Authors)

3- Researcher, SID, Kurdistan, Iran.

مقدمه

ماه‌های بارانی تابستان بوده است و نشان دادند که هوای سرد زمستانی در افزایش تعداد سکنه‌های قلبی در این منطقه مؤثر بوده است (۶). در ایران نیز برای نمونه گراوندی و همکاران (۱۳۹۴) تحقیقی را در مورد با تعداد موارد مرگ‌ومیر بیماری تنفسی ناشی از تماس با ذرات معلق شهر اهواز انجام دادند. نتایج آن‌ها افزایش تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی و تعداد موارد مراجعات بیمارستانی به علت بیماری تنفسی را نشان داد که بیان نمودند می‌تواند به دلیل میانگین بالاتر ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون، بروز پدیده گردوغبار و یا شاید تداوم روزهای با غلظت بالا در شهر اهواز باشد (۷). محمدی و کریمی (۱۳۹۶) ارتباط بین شاخص‌های زیست‌اقلیمی و میزان پذیرش بیماران قلبی عروقی در کرمانشاه مورد بررسی قرار دادند نتایج آن‌ها نشان که شرایط حاد اقلیمی مهم‌ترین عامل در افزایش مراجعات بیماران قلبی عروقی در کرمانشاه است؛ یعنی در زمان حاکمیت شرایط سرد و شرایط گرم و شرجی مراجع بیماران قلبی عروقی در کرمانشاه افزایش معنی‌داری نسبت به شرایط آسایش اقلیمی دارد (۸). حیدری و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر عناصر اقلیمی بر بیماری‌های تنفسی را در استان ایلام مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داده بین پارامترهای اقلیمی با مراجعین بیماری تنفسی ارتباط معنادار وجود دارد. در نواحی معتدل کوهستانی عناصر دما، فشار هوا و جهت باد و در مناطق دشت تعداد روزهای گردوغبار، رطوبت نسبی و جهت باد بیشترین تأثیر را داشته‌اند (۹). با مرور تحقیقات گذشته تأثیر شرایط اقلیمی را بر سلامت انسان را می‌توان استنباط نمود اما در تحقیقات گذشته کمتر به توزیع مکانی بیماری پرداخته شده و همچنین تأثیر همزمان عوامل محیطی جهت تعیین نقش عوامل مؤثر مدل‌سازی نشده است. آیا عوامل محیطی همچون ارتفاع، جهت شیب، دما و روزهای گردوغبار می‌توانند در کاهش یا افزایش بیماری‌های ناشی از گردوغبار اقلیمی تأثیر بگذارند؟ در سال‌های اخیر بر تعداد بیماران تنفسی در استان کردستان افزوده شده است. مطالعه حاضر باهدف تحلیل مکانی بیماری‌های تنفسی مرتبط با عوامل

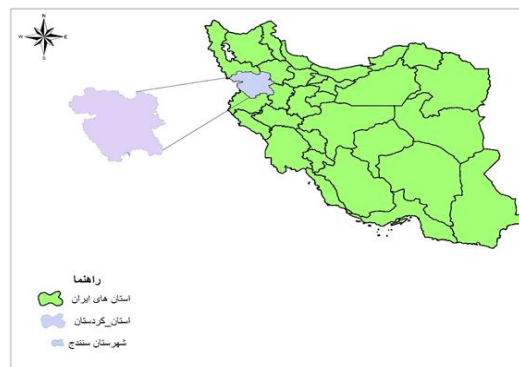
سلامت جسمی و روحی انسان تا حد زیادی به شرایط محیطی مکان زیستی او بستگی دارد. به‌طور مثال بیماری‌های قلبی غالباً در افرادی بروز می‌کند که در معرض فشار شدید آب و هوایی ناشی از گرما یا سرمای شدید قرار گرفته‌اند (۱). جهت برنامه‌ریزی‌های صحیح پیشگیرانه باید بدانیم بیماری‌های در مکان چگونه توزیع شده است تا تأثیرگذاری عوامل محیطی در افزایش یا کاهش مبتلایان به بیماری خاص را بتوانیم بسنجیم. آلودگی ناشی از گردوغبار نیز از جمله مسائل آب و هوایی است که در سال‌های اخیر بر سلامت انسان تأثیر گذاشته است (۲). اکثر دانشمندان علت تشکیل گردوغبار را ناشی از ناپایداری هوا می‌دانند، لیکن مهم‌ترین شرایط ایجاد گردوغبار در کنار هوای ناپایدار، وجود یا نبود رطوبت است، به‌طوری‌که اگر هوای ناپایدار رطوبت کافی داشته باشد بارش و طوفان رعدوبرق و اگر رطوبت نداشته باشد طوفان گردوغبار ایجاد می‌کند (۳). محققان بر این باورند که هجوم این نوع آلودگی عامل ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی، عفونی و ریوی خواهد شد. در مورد تأثیر آب‌وهوا بر سلامت انسان‌ها مطالعات زیادی در ایران و خارج از ایران انجام گرفته است. Peters (۲۰۰۵) در تحقیق خود با استناد به مدارک اپیدمیولوژیکی وجود ارتباط بین بیماری قلبی عروقی با ذرات معلق هوا را بیان نمود. بر اساس نتایج تحقیق تغییرات روزانه غلظت‌های ذرات معلق ارتباط تنگاتنگی با تشدید علائم بیماری قلبی، پذیرش بیمارستان و واکنش‌های فیزیولوژیکی دارد (۴). Gregory و همکاران (۲۰۰۶) ارتباط بین آلودگی هوای ناشی از ذرات و پذیرش بیماران دچار سکنه قلبی را در ۷ شهر آمریکا بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش آلودگی هوا باعث افزایش میزان پذیرش بیماران دچار سکنه قلبی در بیمارستان‌ها شده است و همچنین در این تحقیق نشان داده شد که افزایش ۱۰ میکروگرم آلایندة هوا در مترمکعب در همان روز باعث افزایش ۱۰ درصدی پذیرش بیماران در بیمارستان شده است (۵). Rivero و همکاران (۲۰۱۵) با تحقیق خود در هاوانا بر این باورند که کمترین تعداد مراجعه‌کنندگان بیمارستانی در

کردستان دو نوع شرایط آب‌وهوایی متمایز وجود دارد. در مناطق کوهستانی و دشت‌های مرتفع، آب‌وهوای نسبتاً معتدل و خشک با زمستان‌های سرد و دره‌ها و قسمتی از مناطق غربی استان آب‌وهوا معتدل است. اقلیم کردستان تحت تأثیر توده‌های گرم و مرطوب مدیترانه‌ای و اقیانوس اطلس قرار دارد که با عبور این جریان‌ها از روی استان و برخورد با ارتفاعات زاگرس مقدار زیادی از رطوبت خود را به‌صورت باران و برف از دست داده و عامل عمده ریزش‌های جوی کشور را نیز تشکیل می‌دهند. میانگین سالانه دما ۱۲/۸ سانتی گراد است. میانگین میزان بارش سالانه ۵۲۰ میلی‌متر است. تغییر در میزان بارش بین خشک‌ترین و مرطوب‌ترین ماه سال ۱۰۶ میلی‌متر است. تغییر ماهیانه دما نیز در طول سال به میزان ۲۸/۳ درجه سانتی گراد است (۱۰). در این تحقیق از داده‌های مکانی و نقشه‌های استان کردستان تهیه شده در سازمان نقشه‌برداری با سیستم مختصات یو تی ام و مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ استفاده گردید. اطلاعات مربوط به جمعیت‌های هر بخش و شهرستان نیز از مرکز آمار استناداری تهیه شد که به صورت ستون‌های اطلاعاتی به نقشه‌های مکانی استان کردستان اضافه گردید. پدیده گردوغبار با کد (۰۶) که به‌صورت روزانه از سازمان هواشناسی کشور دریافت و مورد ارزیابی قرار گرفت و آمار مجموع سالانه‌ای برای هر ایستگاه جداگانه محاسبه شد. در این تحقیق روز گردوغباری به‌روزی اطلاق می‌شود که در ایستگاه‌های انتخابی دید افقی به کمتر از ۱۰ کیلومتر کاهش یابد و گردوغبار با کد هواشناسی (۰۶) گزارش شده باشد. جهت ترسیم نقشه پهنه‌بندی ابتدا مختصات ایستگاه‌های مطالعاتی وارد گردید و از فایل نقطه‌ای آن که مبنی بر موقعیت ایستگاه‌ها و داده‌های GIS محیط نرم‌افزاری توصیفی تعداد روزهای گردوغباری آن‌ها بود، خروجی گرفته شد. سپس با استفاده از روش کریجینگ کروی و با میزان خطای $RMSE = 3/0143$ که نسبت به دیگر روش‌های درونیابی خطای کمتری داشت مبادرت به میان‌یابی و تبدیل داده‌های نقطه‌ای به پهنه‌ای گردید و نقشه پهنه‌بندی فراوانی روزهای با پدیده گردوغبار در

محیطی به‌منظور شناخت توزیع مکانی، کشف خوشه‌های مکانی و مدل‌سازی مکانی برای ارزیابی اثرات احتمالی متغیرهای مستقل در بروز این بیماری و تهیه نقشه پیش‌بینی مکانی جهت اقدامات پیشگیرانه در سطح استان کردستان انجام گرفته است.

روش بررسی

استان کردستان با مساحت ۲۸,۲۰۰ کیلومترمربع معادل ۱/۷٪ مساحت کل کشور، یکی از استان‌های غربی ایران است که در مجاورت استان‌های آذربایجان غربی، زنجان، همدان و کرمانشاه و هم‌مرز با کشور عراق با مختصات جغرافیایی بین ۳۴ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد (۱۰) موقعیت نسبی این استان در شکل یک آورده شده است.

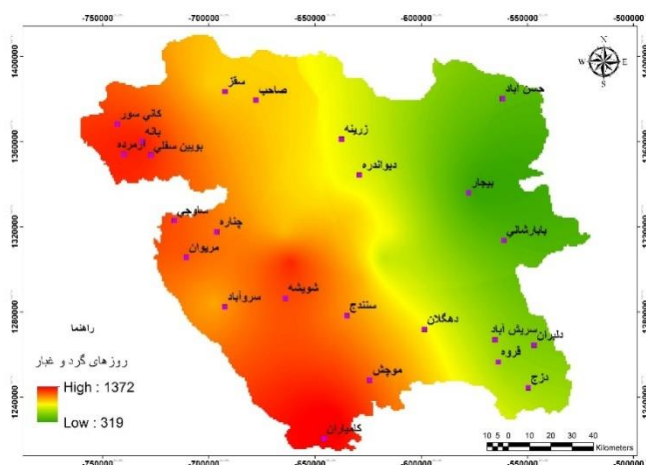


شکل ۱- موقعیت استان کردستان در ایران

Figure 1. Location of Kurdistan Province in Iran

این استان در دامنه‌ها و دشت‌های پراکنده سلسله جبال زاگرس میانی قرار گرفته است و از لحاظ اقلیمی و طبیعی منطقه‌ای کوهستانی است. اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پست‌ترین نقاط استان به حدود ۲۴۰۰ متر می‌رسد. استان کردستان بر اساس آخرین تقسیمات کشوری دارای ۱۰ شهرستان، ۲۹ شهر، ۳۱ بخش، ۸۶ دهستان و ۱۶۹۷ آبادی بوده است. بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ استان کردستان ۱,۰۶۰,۳۰۱۱ نفر جمعیت دارد که ۶۶ درصد شهری و ۳۴ درصد را جمعیت روستایی تشکیل می‌دهد. تراکم نسبی جمعیت معادل ۵۱/۲ نفر در کیلومترمربع است. در

استان کردستان (شکل ۲) برای دوره آماری ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ ترسیم شد.

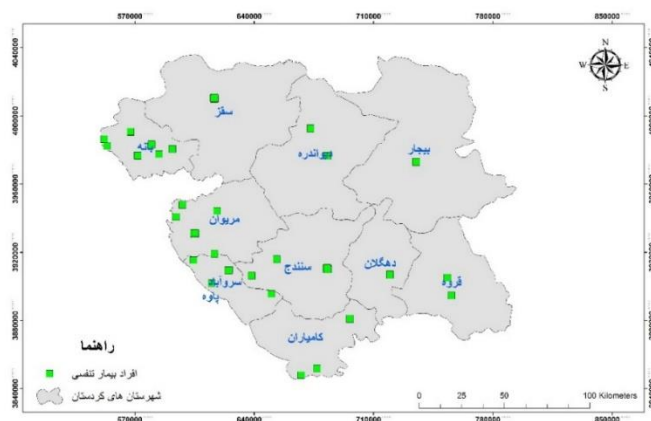


شکل ۲- مجموع روزهای گردوغبار طی بازه دهساله ۱۳۸۶-۱۳۹۶

Figure 2. Total dust days during the decade of 2007-2017

سپس یک لایه اطلاعاتی در محیط GIS با ژئومتری نقطه ای برای وارد کردن اطلاعات مربوط به بیماران تهیه شد. با توجه به اطلاعات جمع آوری شده و آدرس دقیق بیماران به ازای هر بیمار یک نقطه در موقعیت آدرس بیمار در نظر گرفته شد و نقشه های پراکندگی این بیماری تولید گردید (شکل ۳). تمامی تجزیه و تحلیل های مکانی آماری روی این نقشه پایه صورت گرفت.

با توجه به اطلاعات موجود و ثبت شده در مراکز بهداشتی و مرکز خدمات درمانی علوم پزشکی استان کردستان تعداد ۲۰۷ نفر مبتلا به بیماری تنفسی بین سال های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ همراه با آدرس آنها استخراج گردید. به منظور تهیه نقشه انتشار جغرافیایی بیماریها در استان کردستان ابتدا نقشه های مکانی مربوط به استان کردستان شامل نقشه های استان، شهرستان، بخش و روستاها به محیط GIS فراخوانی شد و



شکل ۳- نقشه پراکندگی بیماری تنفسی بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ استان کردستان

Figure 3. Dispersion map of respiratory disease during the period from 2007 to 2017 in Kurdistan province

بیماری از لحاظ بررسی تجمع غیرعادی بیماری در مناطقی از استان که می تواند بیانگر نقش عوامل مکانی در بیماری باشد.

هدف کلی که برای تحلیل الگوی مکانی بیماری پیگیری می شود عبارت است از: به دست آوردن وضعیت پراکندگی

در این راستا برای به دست آوردن الگوی مکانی بیماری و آیا بیماری خوشه‌ای است یا نه روش‌های مختلفی وجود دارد. شناسایی روابط مکانی می‌تواند در تشخیص و نیز تعیین اثر عوامل مکانی بر رفتار پدیده‌ها حائز اهمیت بسیاری باشد. برای محاسبه شاخص‌های مکانی گرانیگاه (مرکز میانگین، بیضوی انحراف استاندارد) از روش‌های مختصات طولی (x_c) عرضی (y_c) آن‌ها بر اساس رابطه‌های زیر برآورد گردید (۱۱).

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n T_i x_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (1)$$

$$y_c = \frac{\sum_{i=1}^n T_i y_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (2)$$

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (3)$$

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n}} \quad (4)$$

در اینجا x_i و y_i مختصات عارضه i و $\{\bar{X}, \bar{Y}\}$ به ترتیب میانگین مرکزی عوارض و n برابر با تعداد کل عوارض در لایه مورد تحلیل است. نمایه مورن یکی شاخص‌های برآورد تجمع مکانی پدیده‌ها است که با استفاده از رابطه زیر قابل برآورد است (۱۲).

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

در این رابطه n تعداد پدیده‌ها، x_i اندازه مشاهده شده بر روی مکان پدیده i ام، \bar{x} میانگین x_i هاست. y_{ij} اندازه وزن متعلق به i و j است که براساس مجاورت برآورد شده و نشان دهند میزان وابستگی فضایی است. چنان که از فرمول مورن قابل استنباط است آماره‌ی مورن کلی مانند ضریب خودهمبستگی بین +۱ و -۱ بوده و مقادیر نزدیک به +۱ گویای

همبستگی مکانی قوی است. مقادیر نزدیک به -۱ گویای خودهمبستگی مکانی منفی بوده، گویای این است که مقادیر با ارزش بالا نزدیک مقادیر با ارزش کم هستند و مقدار نزدیک صفر، عدم الگوی مکانی (تصادفی بودن) را گویای می‌دهد (۱۳). سپس نمره‌ی Z ، در یک سطح اطمینان دلخواه مانند سطح اطمینان ۹۵ درصد، آماره‌ی Z در بازه‌ی \bar{F} ۱/۹۶ رزیابی می‌شود. اگر قدر مطلق نمره Z مشاهده شده $Z(I)$ بزرگ‌تر از نمره بحرانی \bar{F} ۱/۹۶ باشد؛ فرض صفر در سطح اطمینان یاد شده و معنی‌داری روابط قابل استنباط خواهد بود. بعضی از پدیده‌های آب و هوایی مانند سرما، گرما، رطوبت، اختلاف فشار و باد می‌توانند علت یا عامل تشدیدکننده بیماری‌ها باشند. با بررسی روابط مکانی بین پدیده‌ها و علل پراکندگی بیماری‌ها می‌توان روابط علت و معلولی بین مکان و بیماری‌ها را کشف نمود. مدلسازی رگرسیون امکان شناسایی و کمی نمودن رابطه بین متغیرهای مستقل وابسته را می‌دهد. در رگرسیون‌های خطی و غیرخطی معمولی فرض بر این است متغیرهای مستقل در سراسر مکان مورد مطالعه یکسان است که در واقعیت این‌طور نیست اما در رگرسیون مکانی ضرایب متغیر مستقل در جاهای مختلف متفاوت محاسبه می‌شود و فرض می‌شود در مکان‌های نزدیک عارضه وزن بیشتری داشته باشند. رگرسیون وزندار مکانی، از ماتریس وزنی استفاده می‌کند که بر اساس فاصله میان موقعیت مشاهدات حاصل شده و این توانایی را دارد تا انحراف ناشی از عدم دخالت دادن خودهمبستگی مکانی داده‌ها را رفع نماید. از آنجا که این رگرسیون، یک رگرسیون محلی است، ضرایب رگرسیون را برای هر کدام از موقعیتها به دست می‌آورد (۱۴). برتری عمده روش رگرسیون وزندار مکانی در مقابل روش رگرسیون معمولی توانایی آن در بررسی اثر مکانی متغیرهاست. به گونه‌ای که رابطه بین متغیرها بر حسب مکان تغییر می‌کند (۱۵). رگرسیون وزندار جغرافیایی در چند مرحله انجام می‌گیرد: در گام اول: هر داده‌های مشاهداتی به نسبت فاصله اش از موقعیت مورد برآورد وزن دهی شده است. برای تعدادی نقطه که دارای مختصات (u, v) هستند با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

می تواند نشان دهد چند درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیر مستقل قابل برآورد.

یافته ها

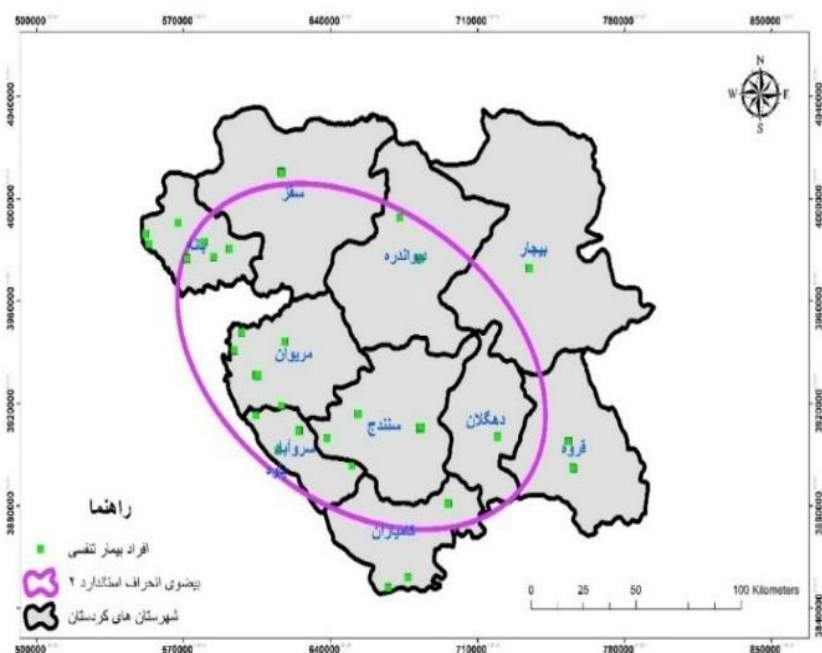
در این تحقیق ابتدا بیضی انحراف استاندارد مکانی بیماری تنفسی در استان کردستان مشخص شد (شکل ۴). با استفاده از انحراف معیار فاصله مکان هر بیمار تا مرکز جرم بیماری، پراکندگی، جهت و موقعیت آن مشخص می شود. سپس میانه مکانی بیماری ها محاسبه گردید (شکل ۵). مجموع قدر مطلق انحراف های مکانی از میانه کوچک تر یا مساوی مجموع قدر مطلق انحراف های مکانی از هر عارضه دیگری است، با استفاده از این استدلال می توان بهترین مکان برای ساخت درمانگاه تخصصی که سریع ترین خدمات را در کمترین زمان ارائه نماید، مشخص کرد.

$$y(u, v) = \beta_0(u, v) + \beta_1(u, v)x_1 + \varepsilon(u, v) \quad (۶)$$

در گام دوم: اگر بین متغیرهای مستقل هم خطی زیادی باشد باید آن ها را از مدل خارج نمود. شاخص VIF برای آگاهی از وجود یا نبود هم خطی بکار می رود (۶). به طور کلی اگر این شاخص بیشتر از ۷٫۵ بود بین متغیرها هم خطی وجود دارد (۱۵).

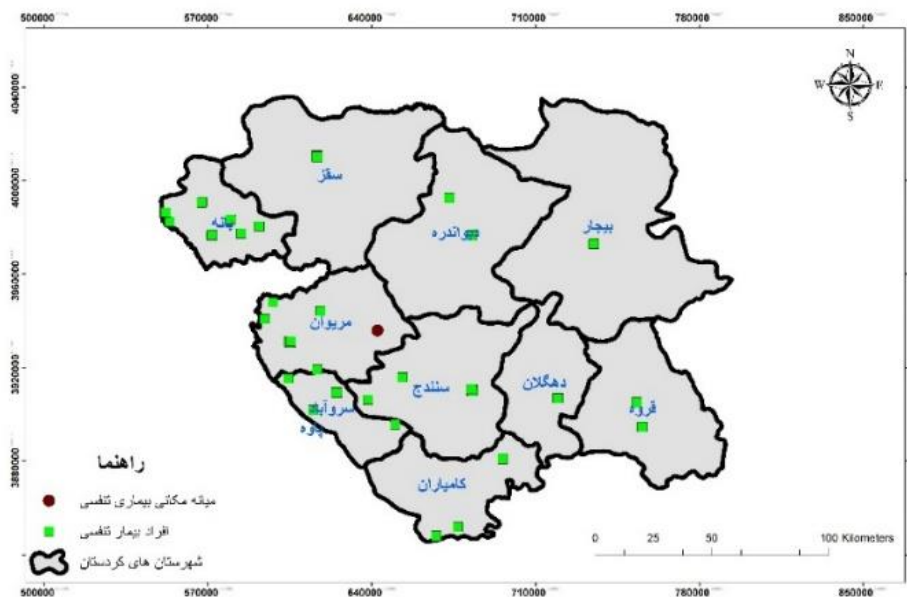
در گام سوم: مدل با حداقل مربعات برازش می شود تا از آن طریق ضرایب مکان (u, v) تخمین زده شود، وزن دهی به گونه است که داده های نزدیک به (u, v) اهمیت و وزن بیشتری نسبت به داده های دورتر دریافت می نمایند (۱۷).

در گام چهارم و نهایی: ارزیابی مدل رگرسیون مکانی به دست آمده با استفاده از معیارهای مختلف همچون معیار R^2 که مقداری بین صفر تا یک دارد استفاده می شود. این معیار



شکل ۴- بیضوی جهت دار پراکندگی مکانی بیماری تنفسی

Figure 4. Distortion Elliptic Location of Respiratory Disease

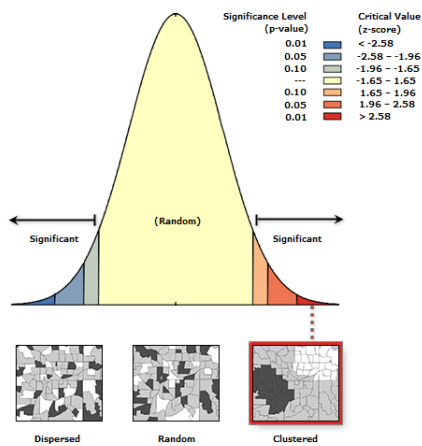


شکل ۵- میانه مکانی پراکندگی بیماری تنفسی

Figure 5 . spatial Median of respiratory disease

موران خودهمبستگی مکانی (شکل ۶) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آماره‌ها طبق جدول یک به دست آمد

برای اینکه بدانیم پراکنش بیماری با در نظر گرفتن مقادیر خصیصه موردنظر، الگوی خوشه‌ای و یا پراکنده دارد، آماره



شکل ۶- آزمون خودهمبستگی مکانی موران

Figure 6. Moran spatial correlation test

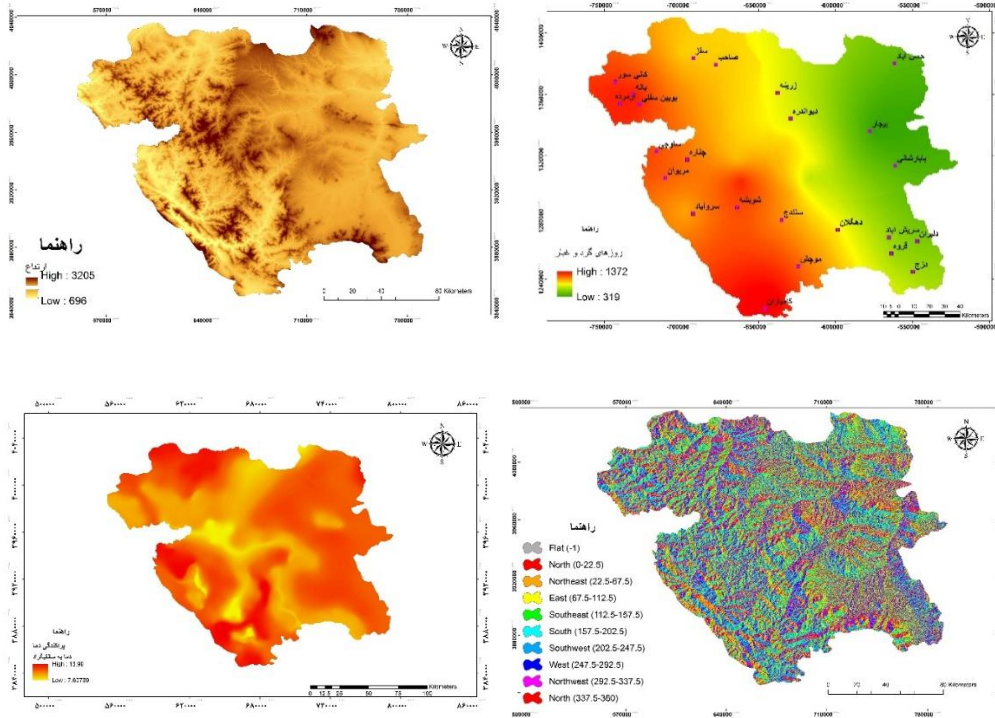
جدول ۱- خلاصه آماره کلی موران

Table 1. Summary of the general moron statistic

P-value	Z-score	واریانس	شاخص مورد انتظار	شاخص موران
۰/۰۰۰۰۰۰	۱۹/۶۹۸۸	۰/۰۰۱۶۷۳	۰/۰۰۷۸۷۴-	۰/۸۲۶۸۲۰

مکانی بیماری های تنفسی از روش رگرسیون وزن دار جغرافیایی استفاده شد. متغیرهای محیطی گردوغبار، ارتفاع، جهت و دما را به صورت متغیر مستقل (شکل ۷) و لایه پراکندگی بیماری (شکل ۳) به صورت متغیر وابسته در نظر گرفته شد.

با توجه به نتایج، فرض صفر مبنی بر هیچ گونه خودهمبستگی فضایی بین مقادیر مرتبط با مکان وجود ندارد رد می شود. و وجود خودهمبستگی مکانی بیماری تنفسی در استان کردستان را می پذیریم. به منظور تهیه نقشه پیش بینی و مدل سازی



شکل ۷- متغیرهای فراوانی روز گردوغبار، ارتفاع، جهت شیب، دما (متغیرهای مستقل مدل سازی)

Figure 7. Frequency variables of dust day, height, direction of gradient, temperature (Independent variables of modeling)

قبل از مدل سازی ارزیابی هم خطی متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت شاخص و ضریب همبستگی متغیرهای مدل طبق جدول دو محاسبه شد.

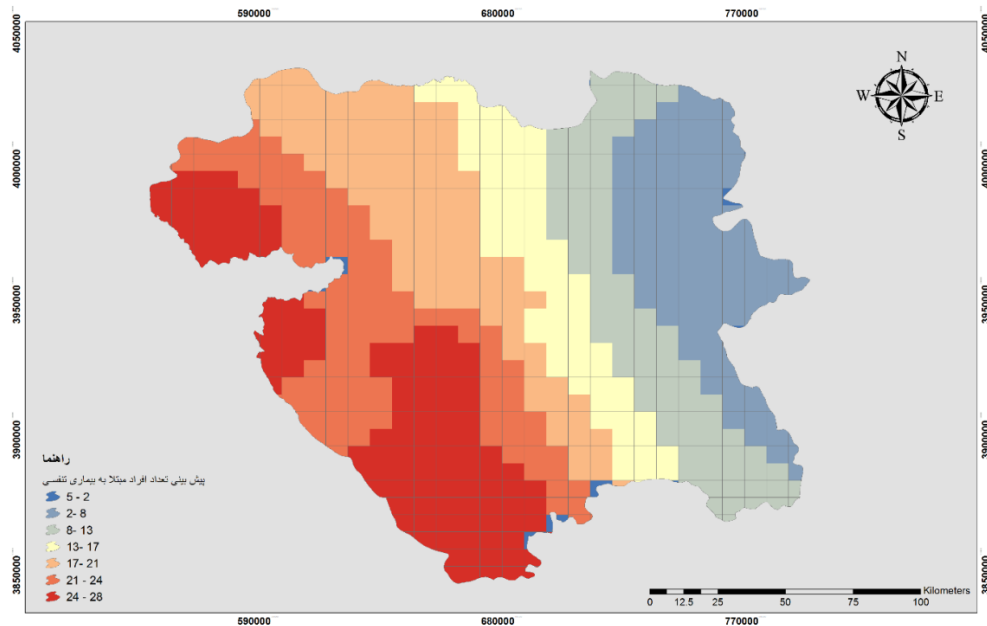
جدول ۲- ارزیابی هم خطی متغیرهای مستقل در مدل سازی مکانی بیماری تنفسی کردستان

Table 2. Linear evaluation of independent variables in spatial modeling of respiratory disease in Kurdistan

متغیر مستقل	فراوانی روز گردوغبار	ارتفاع	جهت	دما (سانتی گراد)
VIF	۱/۰۸۲	۱/۴۷	۲/۱۹	۱/۳۸
R ²	۰/۷۶	۰/۶۱	۰/۵۲	۰/۶۴

در مدل دخالت داد سپس مدل رگرسیون مکانی را با حداقل مربعات برازش دادیم تا ضرایب مکان تخمین زده شود.

با توجه به کم بودن مقادیر VIF فرض مستقل بودن متغیرهای مورداستفاده را قابل قبول است و می توان تمام این متغیرها را



شکل ۸- نتایج بیش بینی مدل رگرسیون مکانی شیوع بیماری های تنفسی با متغیرهای محیطی مستقل
Figure 8 Outcomes of the model of regression model of the outbreak of respiratory diseases with independent environmental variables

جدول ۳- معیارهای ارزیابی مدل مکانی مستخرج شده

Table 3. Selected spatial model evaluation criteria

Bandwidth	83163/19807
Residual Squares	4753/321628
EffectiveNumber	16/06825841
Sigma	2/749139917
AICc	3145/928594
R ₂	0/880001786
R ₂ Adjusted	0/877126809

بحث و نتیجه گیری

PM₁₀ معرفی نمود. افزایش روزهای گردوغبار از ۱۲ روز در سال ۱۳۸۶ به بیش از ۱۳۰ روز از سال ۱۳۹۶ نشان از هشدار مخاطره‌ای اقلیمی در استان کردستان دارد. توزیع مکانی بیماری‌های تنفسی در غرب و به‌خصوص جنوب غرب استان کردستان در بازه زمانی مورد مطالعه بیشتر بوده است. این وضعیت را می‌توان به نزدیکی فاصله‌ای این مناطق به کانون‌های گردوغبار نسبت داد. به‌طور کلی هرچه به سمت شمال و شرق استان برویم از میزان گردوغبار کاسته می‌شود. میزان شیوع این بیماری‌ها در منطقه نشانگر اهمیت ایجاد مرکزی بر مبنای

مطالعه حاضر به دلیل اهمیت نقش عوامل محیطی به خصوص گردوغبار در ایجاد بیماری تنفسی در استان کردستان انجام شده است. محققان علت افزایش بیماران تنفسی را افزایش PM₁₀ می‌دانند. اگر افزایش غلظت PM₁₀ ناشی از انتشار ذرات معلق منابع احتراقی، باشد لزوماً باید غلظت منوکسیدکربن و منوکسیدازت نیز به‌طور همزمان افزایش یابد (۱۸) درحالی‌که غلظت دو آلاینده مذکور در اکثر نقاط استان طی زمان بررسی در حد مجاز بوده و افزایشی نشان نداده است؛ بنابراین می‌توان طوفان‌های گردوغبار را به‌عنوان منبع اصلی افزایش غلظت

سالیانه انجام گرفت پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده می‌توان در مقیاس زمانی ماهیانه و زمان‌های خاصی از سال که تعداد مراجعات بیماران افزایش یافته در نظر گرفته شود. همچنین می‌توان در کارهای آینده متغیرهای محیطی دیگر همچون پوشش زمین، سرعت وزش باد و جهت باد را جهت افزایش دقت مدل مکانی مورد ارزیابی قرارداد.

نتایج این تحقیق نشان داد که جهت بیضی انحراف استاندارد مکانی برای بیماری تنفسی در استان کردستان شمال غربی جنوب شرقی است که نشان می‌دهد این بیماری‌ها در این راستا گسترش دارد. میانه مکانی بیمارها که نشان‌دهنده نزدیک‌ترین مکان دسترسی به بیماران است در روستای عیسی ولی شرق مریوان جهت ساخت و ارائه خدمات درمانی مشخص شد. مدل‌سازی مکانی جهت پیش‌بینی تعداد بیماری با استفاده از متغیرهای مستقل گردوغبار، ارتفاع، جهت شیب و دما انجام گرفت علامت ضرایب به‌دست‌آمده نشان‌دهنده این بود که بین گردوغبار و دما با بیماری ارتباط مستقیم و بین ارتفاع و شیب رابطه غیرمستقیم است به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع و شیب از تعداد بیماران مبتلا به بیماری تنفسی کاسته شده است همچنین نتایج حاصل از مدل‌سازی نشان داد که گردوغبار مهم‌ترین پارامتر در پیش‌بینی بیماری است. با استفاده از نقشه پیش‌بینی می‌توان مناطق در معرض ابتلا به بیماری تنفسی را راستای بهبود فرآیند تصمیم‌گیری تخصیص و توزیع مکانی منابع بهتر شناسایی کرد.

Reference

1. Bigdeli, A. 2001. Climate impact and air pollution in Tehran on myocardial infarction. *Geographic research*, Vol. 9, pp. 14-24. (In Persian)
2. Kimberly, A. 2017. Climate Change, Health, and the Role of Nurses. *Nursing for Women's Health*, Vol. 21(2), pp. 79-83.
3. Hamdamjo, M., Rashki, A., Jafari, R. and Mehrabi, SH. 2014. Investigation of the number of days with dust in Shahdad, third national conference on

جمعیت و موقعیت مکانی در آن ناحیه جهت تدابیر پیشگیرانه در کنترل بیماری‌های تنفسی محدوده مورد بررسی است. مقدار 0.0016 برای p_Value در آزمون میانگین نشان داد که توزیع بیماری تنفسی در کردستان خوشه‌ای است. با توجه به سطح اطمینان 99% درصد تنها یک درصد امکان دارد بیماری تنفسی در استان به‌طور تصادفی رخ داده شود. آماره موران برای مشخص شدن همبستگی مکانی انجام شد با توجه به نتایج، فرض صفر مبنی بر اینکه هیچ‌گونه خودهمبستگی فضایی بین مقادیر مرتبط با مکان وجود ندارد، رد می‌شود و معناداری خوشه‌بندی بیماری اثبات می‌شود. یعنی خودهمبستگی مکانی بین تعداد بیمارها وجود دارد. شاخص 0.8260 موران نشان‌دهنده وجود خودهمبستگی مکانی و تعداد بیماری در معناداری 99% درصد بود مقادیر مشاهده‌شده خوشه‌های پراکندگی بیماری در فاصله 5000 متری بالاتر از مقادیر مورد انتظار است در نتیجه این محدوده فاصله مکانی بیماری‌ها خوشه‌بندی شده‌اند؛ یعنی عواملی که در پراکندگی بیماری تأثیرگذارند در بعد از این فاصله تأثیر زیادی که باعث خوشه‌بندی شوند، را نداشته‌اند. به‌منظور ارزیابی نقشه پیش‌بینی شده از معیارهای جدول پنج استفاده شد. مقدار 0.88 برای R بیانگر این است که مدل به‌دست‌آمده قادر است به‌طور کامل متغیر وابسته یعنی بیماری را با در نظر گرفتن متغیرهای مستقل محیطی پیش‌بینی کند. با توجه به مطالعات (۴،۵،۷) که افزایش مرگ میر و تعداد بیماران قلبی-عروقی را مرتبط با افزایش آلاینده‌ها دانسته‌اند در این تحقیق نیز به‌صورت مکانی نشان داده شد با افزایش گردوغبار بر تعداد بیماران تنفسی در استان کردستان نیز افزوده شده است. در مطالعه (۱۹) نشان داده شد در استان اهواز با افزایش گرد و غبار و دما بر تعداد بیماران افزوده می‌شود اما در این مطالعه بعد از عامل گرد و غبار عامل جهت باد بیشترین تأثیر در مبتلایان بیماری تشخیص داده شد. همچنین این مطالعه در راستای تحقیق (۹) که در مناطق کوهستانی علاوه بر گرد و غبار عامل دما و جهت باد را در ابتلا به بیماری موثر دانسته اند می‌باشد. در این تحقیق با توجه به محدودیت زمانی و مالی و داده‌ای مدل‌سازی بیماری به‌صورت

- Identification of Kurdistan Province. Iran Printing & Publishing Company, Voll, pp.30-31.
11. Mitchell, A. 2005. The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2. ESRI Press.
 12. Asakereh, H. and Shadman, H. 2015. Statistical analysis of the abundance and temperature of warm days in Iran. *Sepehr*, Vol. 25(100), pp.147-156. (In Persian)
 13. Gail, M., Krickeberg, K., Samet, J., Tsiatis, A. and Wong, W. 2007. *Statistics for Biology and Health*. USA. Springer
 14. Fotheringham, A., Brunson, C. And Charlton, M. 2003. *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*: Wiley Chichester.
 15. Ahangarani, M., Farnoghi, M. and Shirzadi, M. 2016. Spatial prediction of high risk areas of leptospirosis disease using geographic weight regression methods and multilayer perceptron neural network, *Journal of Surveying Science and Technologies*, Vol. 2, pp.79-98. (In Persian)
 16. Gunathilakaabc, R., Smart, J., and Flemingd, M. 2018. Adaptation to climate change in perennial cropping systems: Options, barriers and policy implications, *Environmental Science & Policy*, Vol. 82, pp.108-116.
 17. Askari, A. 2012. *Spatial Statistics Analysis with ARCGIS*. Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality, Vol. 1, pp.128. (In Persian).
 18. Mansouri, N., Esmaeelzadeh, J. 2011. Investigating suspended particles resulted from Tehran`s highways traffic. *Journal of Traffic Engineering*, Vol. 44, pp.15-44. (In Persian)
 - wind erosion and dust storms. Iran_Kerman. (In Persian)
 4. Peters, A. 2005. Particulate matter and heart disease: Evidence from epidemiological studies. *Toxicol Appl Pharmacol*, Vol. 207(1), pp.477-480.
 5. Gregory, P. 2006. Long-term exposure to air pollution is associated with survival following acute coronary syndrome. *Eur Heart*, Vol. 19, pp.307-319.
 6. Rivero, A., Bolufe, J., Ortiz, P.L., Rodriguez, Y. and Reyes, MC. 2015. Influence of climate variability on acute myocardial infarction mortality in Havana. *Medic review*, Vol. 17(2), pp.9-14.
 7. Garavandi, S., Godarzi, GH. Bitmashal, S. and Mohamadi, M. 2015. Estimation of the number of cardiovascular deaths and hospital visits due to exposure to respiratory tract due to suspended particles of less than 10 microns in Ahvaz city in 2011-2012. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*, Vol. 14, pp.853-864. (In Persian)
 8. Mohamad, B., Karimi, sh. 2017. The Relationship between Thermal Feeling and Hospital Acceptance of Cardiovascular Patients in Kermanshah. *Natural Geography Research*, Vol. 49(2), pp.355-379. (In Persian)
 9. Hidari, H., Moradi, H. and Talebi, R. 2018. Investigation and Comparison of Climatic Elements Effective on the Development of Respiratory Diseases in Mountainous and Plain Areas (Case Study: Ilam Province). *Journal of Environmental Risks*, Vol. 15(7), pp.125-140. (In Persian)
 10. Rahimpour, Z., Nadrian, P., Abri, M., Hosini, K. and Afkari. 2017.

diseases. Life sciences and biotechnology studies. Vol. 3, pp.1-10. (In Persian)

19. Ataïi, H., Hidari, M. 2016. Investigation of the effect of climate change and dust on respiratory