فصلنامه علوم محیطی، دوره بیست و یکم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲

۸۰-۶۹

مقاله پژوهشی

ارزیابی انتشار گرد و غبار با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی شهرستان کاشان

الهام پورمعافی اصفهانی[۱]، سید علی المدرسی[۲*]، محمد موسایی سنجره‌ای[۳] و حامد حق پرست[۱]

[۱]گروه آلودگی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

[۲]گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده ژئومورفولوژی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

[۳]گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و اصلاح نباتات، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۲۳

پورمعافی اصفهانی، ا.، س.ع. المدرسی، م. موسایی سنجره‌ای و ح. حق پرست. ۱۴۰۲. ارزیابی انتشار گرد و غبار با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی شهرستان کاشان. فصلنامه علوم محیطی. ۲۱(۲): ۶۹-۸۰.

سابقه و هدف: امروزه پدیده‌های گردوغباری در ردیف مهم‌ترین مخاطرات محیطی قرارگرفته و سلامتی انسان و محیط زیست را با خطر جدی مواجه کرده است. گردو غبار در جو به عنوان یکی از آلاینده‌های هوا، آثار سوء و پیامدهای منفی گوناگونی دارد که از بین آن‌ها می‌توان به کاهش رشد و بازدهی محصولات کشاورزی، تشدید خسارات ناشی از بروز آفات و بیماری‌های گیاهی، افزایش تصادفات جاده ای به علت کاهش قدرت دید، لغو پروازها و خسارات مالی ناشی از آن، اقزایش هزینه درمان، تعطیلی واحدهای صنعتی، آلودگی منابع آب، افزایش فرسایش بناها، افت بازدهی سیستم‌های فتوولتایک خورشیدی به دلیل کدورت هوا اشاره کرد. بنابراین، به دلیل اهمیت موضوع گردوغبار و به منظور پیش بینی نحوه انتشار گرد و غباراز مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. با استفاده از این مدل می‌توان اطلاعات مفید و مقرون به صرفه‌ای، جهت اجرای آتی استراتژی‌های کنترل آلودگی هوا و کاهش هزینه‌ها کسب نمود.

مواد و روش‌ها: برای مدلسازی پراکنش گرد و غبار با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی، آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهرستان کاشان که به صورت روزانه توسط اداره محیط زیست در سال ۹۶ ثبت شده‌اند، استفاده گردید. داده‌های رطوبت، دما، سرعت باد و جهت باد به‌عنوان داده‌های ورودی برای مدلسازی بکار گرفته شد. فرآیند آموزش مدل با استفاده از تابع عضویت سیگموئیدی در محیط نرم افزار متلب انجام شد که خروجی اجرا مدل پیش بینی میزان ذرات معلق ۲/۵ میکرومتر بر مترمکعب است. به منظور ارزیابی صحت مدل اجرا شده، میزان ذرات معلق ۲/۵ حاصل شده با داده‌های واقعی نمونه برداری شده در محیط مقایسه شد. در مدل شبکه عصبی، تعداد نرون ها در لایه پنهان و تعداد دور یا ایپاک مناسب برای رسیدن به بهترین ساختار شبکه عصبی، با کمترین خطا برای هر مدل، با استفاده

* Corresponding Author: *Email Address*. almodaresi@iauyazd.ac.ir
http://dx.doi.org/10.48308/envs.2023.1177
http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1402.21.2.12.0

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

از روش سعی و خطا مشخص شد. تعداد نرون و ایپاک برای مدل در سال ۲۰۱۷ به ترتیب ۱۵ و ۳۷۰۰۰ می‌باشد.

نتایج و بحث: نتایج صحت سنجی مدل که از مقایسه داده‌های واقعی با داده‌های شبیه سازی شده بدست آمده، نزدیک به ۸۰ درصد می باشد. بررسی نمودار میانگین رگرسیون نشان می دهد که مقادیر پیش بینی شده حاصل از مدل به محور قطری نزدیکترند و پراکندگی نداشته و با مقادیر اندازه‌گیری شده فاصله و اختلاف چندانی ندارند. همچنین براساس نتایج روش رگرسیون گام به گام مشخص شد که از بین چهار متغییر استفاده شده برای مدلسازی رطوبت نسبی بیشترین تاثیر و اهمیت در مدلسازی انتشار گرد و غبار دارد.

نتیجه‌گیری: با توجه به صحت و نتایج حاصل می‌توان از این روش برای پیش بینی انتشار آلودگی هوا کاشان ناشی از ذرات معلق استفاده کرد. به دلیل قابلیت بالای شبکه عصبی پرسپترون در پیش بینی میزان غلظت و نحوه انتشار گردوغبار، این مدل می‌تواند یک راه حل مناسب و سریع در پیش بینی میزان و انتشار گردوغبار و مدیریت آن باشد.

واژه‌های کلیدی: مدلسازی، شبکه عصبی مصنوعی، آلاینده هوا، گرد و غبار، کاشان.

مقدمه

زمانی آلودگی هوا به وجود می‌آید که در یک محیط ماده خارجی بیشتر از حد طبیعی و یا گذشته خود، وجود داشته باشد و یا اینکه تغییرات مهمی در عناصر تشکیل دهنده آن محیط به وقوع بپیوندد و این تغییرات اثرات زیان بخش و ناراحت کننده‌ای به دنبال داشته باشد (Ahmadi Massoud *et al.*, 2013). پدیده ریزگردها یا گردوغبار از مهم‌ترین بحران‌های محیطی در مناطق مجاور بیابان‌ها و نواحی خشک است (Torkashvand and Kiani, 2015).

گرد و غبار یکی از پدیده‌های جوی است که آثار و پیامدهای زیست محیطی نامطلوبی از جمله زیان برای سلامت انسان، اقتصاد جامعه و اقلیم دارد (Shahsvani *et al.*, 2010).

گردو غبار در جو به عنوان یکی از آلاینده‌ها، آثار سوء و پیامدهای منفی گوناگونی دارد که از بین آن‌ها می‌توان به کاهش رشد و بازدهی محصولات کشاورزی، تشدید خسارات ناشی از بروز آفات و بیماری‌های گیاهی، افزایش تصادفات جاده ایبه علت کاهش قدرت دید، لغو پروازها و خسارات مالی ناشی از آن، افزایش هزینه درمان، تعطیلی واحدهای صنعتی، آلودگی منابع آب، افزایش فرسایش بناها، افت بازدهی سیستم‌های فتوولتایک خورشیدی به دلیل کدورت هوا اشاره نمود (Torkashvand and Kiani, 2015). از جمله عواملی که منجربه این پدیده می‌شود، شرایط ناپایدار هوا است که اگر خشک باشد، سب گرد و غبار می‌شود. علاوه بر خشک بودن هوا، فاکتورهای دیگری چون میزان رطوبت نسبی، سرعت باد در میزان ساختار و ایجاد گرد و غبار به عنوان آلاینده هوا نقش دارند. بررسی منابع نشان داده است که شعاع تاثیر گرد و غبار می‌تواند تا ۴۰۰۰ کیلومتری از منبع اصلی تداوم داشته باشد (Shahkooi and Rahmani, 2020).

فعالیت طوفان‌های گردوخاک و ریزگردها در سال‌های اخیر به مشکل زیست محیطی مهمی در نواحی غربی و جنوب غربی کشور ایران تبدیل شده است. مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است که هرکدام بیان گر علل و منشأ پیدایش، نحوه فعالیت، آثار زیست محیطی و ارائه راهکارها و پیشنهادهایی برای حل این بحران محیطی بوده است. در شهرها ریزگردها و طوفان‌های گردوغبار شرایط نامطلوبی برای سلامتی انسان‌ها ایجاد نموده‌اند (Shahsvani *et al.*, 2010).

تا کنون روش های متعددی برای مدلسازی گرد و غبار مورد استفاده قرار گرفته است که از معروف‌ترین آن‌ها می‌توان به شبکه‌های عصبی مصنوعی[1] اشاره کرد.

این روش از محبوبترین روش‌های هوش مصنوعی محسوب می‌شود که مدل‌های ریاضی مغز انسان را به صورت ساده به عنوان یک سیستم استفاده می‌کند (Karimi *et al.*, 2015). ایجاد یک سیستم هوش مصنوعی که توانایی یادگیری، خلاقیت و انعطاف پذیری انسان را

داشته باشد، هدف اصلی تحقیقات در ارتباط با هوش مصنوعی می‌باشد (Kröse and Smagt, 1996). شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمینه‌های مختلفی نظیرکنترل، بهینه سازی، تشخیص الگو، فشرده سازی و طبقه بندی اطلاعات، پزشکی، مهندسی، امور مالی و اقتصادی، زمین شناسی، فیزیک، پیش بینی آب و هوا، پردازش تصویر و صدا بکاربرده می‌شوند. هر شبکه عصبی از یک سری نورون[۲] و ارتباط وزن دار میان آن‌ها تشکیل شده است. وظیفه اصلی هر نورون در شبکه عصبی این است که ورودی را از نورون‌های همسایه‌اش برای محاسبه‌ی یک خروجی دریافت نموده (خروجی نورون‌های دیگر) و خروجی محاسبه شده را به نورون‌های دیگر بفرستد. هر ورودی در وزن مربوط به خودش ضرب می‌گردد. در ساده‌ترین حالت خروجی‌ها و بایاس‌ها با یکدیگر جمع و سپس از تابع فعالسازی جهت تولید خروجی‌ها عبور می‌نمایند. شبکه‌های دارای بایاس، رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را راحت‌تر از شبکه‌های بدون بایاس بدست می‌آورند (Chouai *et al.*, 2002). در شبکه عصبی مصنوعی لایه‌های متفاوتی همچون لایه‌های ورودی، پنهان و خروجی وجود دارد. شبکه‌ی عصبی در زمینه‌ی طبقه بندی دارای دو مرحله اساسی (آموزش و فراخوانی) است. در مرحله آموزش، بهبود بخشیدن وزن‌های ارتباطی از طریق یک روند تکراری انجام می‌شود. مطالعات متنوعی در داخل و خارج از کشور به بررسی و مدلسازی غلظت گرد و غبار به عنوان یک آلاینده هوا پرداخته‌اند.

در تحقیقی دیگر Nejadkoorki *et al.* (2011) برای پیش‌بینی میزان حداکثر PM_{10} ۲۴ ساعته آینده در شهر تهران از مدل شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم لونبرگ مارکوارت استفاده کردند. نتیجه مطالعه آن‌ها نشان داد که PM_{10} با درصد بالای ۸۳ درصد به درستی غلظت آن پیش بینی شده است که به‌عنوان یکی از آلاینده‌های هوا محسوب می‌شود و بنابراین برای اولویت‌بندی عملکرد ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا این روش کاربرد دارد.

Rostami Fassih *et al.* (2016) پیش‌بینی شاخص کیفیت هوا برمبنای متغیرهای هواشناسی مؤلفه‌های خودهمبسته را با استفاده ازشبکه عصبی مصنوعی انجام دادند. نتایج نشان داد مدل پیشنهادی می‌تواند برای پیش‌بینی مقدار شاخص AQI شهر کرمانشاه مورد استفاده قرارگیرد. با توجه به مسئله آلودگی هوا و خصوصاً مشکل ریزگردها، چنانچه چنین مدلی به صورت دینامیک استفاده شود نقش آن در اعلان وضعیت هوا ملموس‌تر خواهد شد(Xiao *et al.* (2015)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل شبکه عصبی به تشخیص و بارزسازی گردوغبار پرداختند. مدل پیشنهادی آن‌ها شامل سه بخش مدل شبکه عصبی برای تشخیص طوفان گردوغبار در زمان وقوع، مدل شبکه و مدل شبکه عصبی برای گردوغبار عمق نوری آئروسل (AOT) و مدل لاگرانژینی (HYSPLIT) برای تجزیه و تحلیل مسیر حرکت و انتقال گردوغبار بود. نتایج پژوهش نشان داد، شبکه عصبی به خوبی قادر به تشخیص طوفان گردوغبار می‌باشد. همچنین، با استفاده از این روش خودکار ترکیبی سه مدل، می‌توان به پیش بینی طوفان‌های گردوغبار و مسیر حرکت آن پرداخت (Xiao *et al.*, 2015). با توجه به اهمیت پدیده گرد و غبار، هدف از این مطالعه پیش بینی انتشار ذرات گرد و غبار در شهرستان کاشان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (پرسپترون چندلایه) در محیط نرم افزار متلب است.

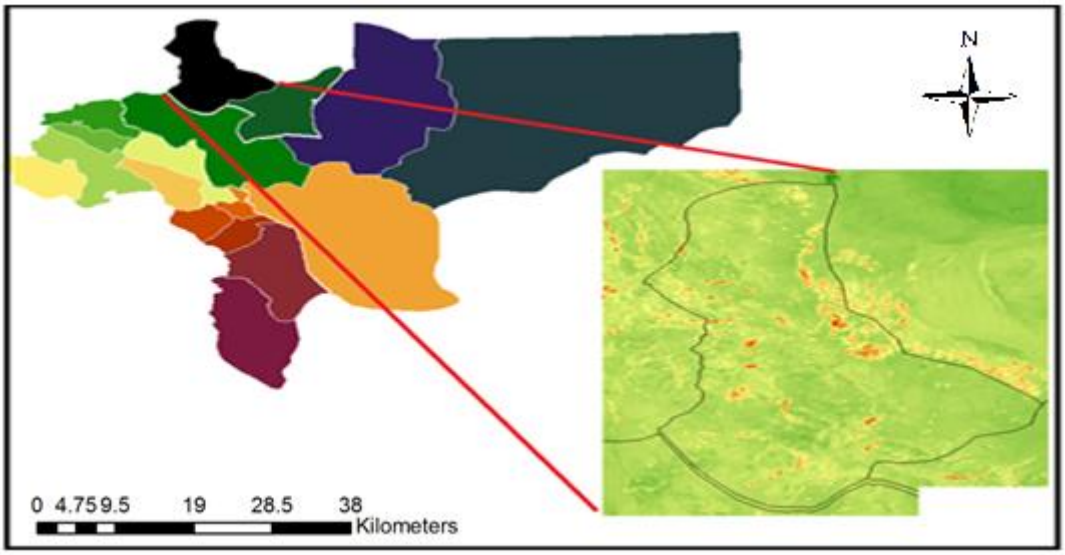
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان با مساحتی حدود ۱۰۵۹۳۷ کیلومتر مربع در مرکز ایران واقع شده‌است و از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان و از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد، از شرق به استان‌های خراسان و یزد و از غرب به استان‌های لرستان و چهار محال و بختیاری محدود است. شهراصفهان مرکز استان است.

براساس آخرین تقسیمات کشوری، شهرستان‌های استان اصفهان عبارتند۱ از اصفهان، اردستان، برخوارومیمه، خمینی شهر، خوانسار، سمیرم، شهرضا، فریدن، فریدون شهر، فلاورجان، کاشان، گلپایگان، لنجان، مبارکه، نائین، نجف آباد و نطنز.

شهرستان کاشان با جمعیتی نزدیک به ۴۰۰ هزار نفر و حدود ۲۱۰۰ هکتار وسعت، در ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد کاشان از لحاظ آب و هوایی, متنوع و در اکثر فصول و ایام سال برای سفر مناسب می‌باشد. نواحی شمال وشرقی کاشان را دشت کویر احاطه کرده ولی وجود ابادیها و شهرهایی چون جوشقان استرک، قمصر، قهرود، نیاسر، برزک، کله، ارمک، ون، رهق، اردهال، فتح اباد, ... و دهها ابادی خوش آب و هوا دیگر در دامنه‌ها و ارتفاعات کرکس با مناظر زیبای طبیعی و آب و هوای ییلاقی و کوهستانی در انتظار مسافران و میهمانان شهر تاریخی کاشان است. شکل (۱) موقعیت استان اصفهان در ایران را نشان می‌دهد (Zarabi Asghar and Abdollahi, 2020) .



شکل ۱- موقعیت استان اصفهان در کشور و موقعیت شهرستان کاشان در استان اصفهان و ناحیه کاشان

Fig. 1- Location of Isfahan Province in the country and location of Kashan city in Isfahan Province and Kashan district

مواد و روش‌ها

داده‌ها مورد نیاز

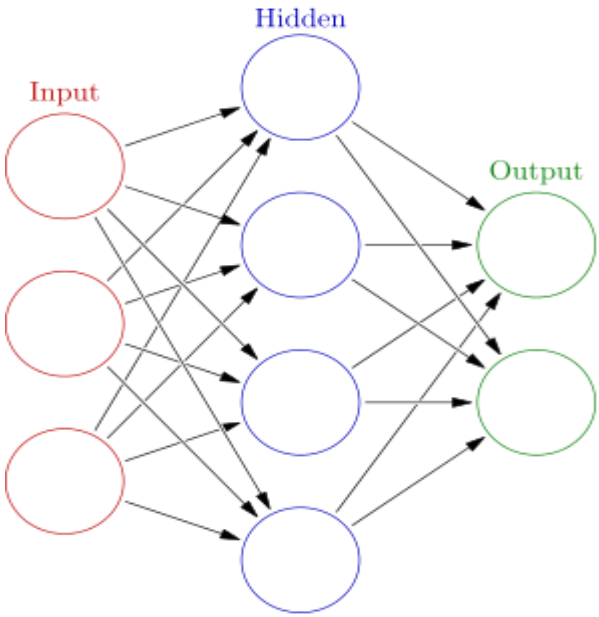
در این مطالعه از آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهرستان کاشان که به صورت روزانه توسط اداره محیط زیست در سال ۹۶ ثبت شده‌اند، استفاده گردید. داده‌ها پس از اخذ از سازمان هواشناسی کشور مورد پردازش قرار گرفت و نقص و کمبودها بازسازی شد. به منظور پیش بینی گرد و غبار، داده های میانگین دما، رطوبت نسبی برحسب درصد میانگین، میانگین سرعت باد و جهت باد به عنوان ورودی برای ورودی مدلسازی در نظر گرفته شدند. داده خروجی، غلظت روزانه میزان ذرات معلق ۲/۵ میکرومتر بر مترمکعب است.

شبکه عصبی مصنوعی

یکی از مزایای مهم شبکه‌های عصبی در مقایسه با روش‌های آماری سنتی این است که این شبکه‌ها از نظر توزیع آزادند به طوری که آموزش و فراخوانی به ترکیبات خطی بین الگوها وابسته بوده و به پارامترهای آماری داده‌های ورودی وابسته نیستند (Kröse *et al.*, 1993).

فرآیند آموزش مدل با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و قاعده پس انتشار و با استفاده از تابع عضویت سیگموئیدی در محیط نرم افزار متلب انجام شد. در مدل شبکه عصبی، تعداد نرون ها در لایه پنهان و تعداد دور یا ایپاک مناسب برای رسیدن به بهترین ساختار شبکه عصبی، با کمترین خطا برای هر

مدل، با استفاده از روش سعی و خطا مشخص شد. تعداد نرون و ایپاک برای مدل به ترتیب ۱۵ و ۳۷۰۰۰ می‌باشد. فرآیند مدل شبکه عصبی مصنوعی در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲- فرآیند مدل شبکه عصبی مصنوعی
Fig. 2- Artificial neural network model process

علاوه بر این، از رگرسیون خطی برای تعیین عوامل تاثیرگذاری بر انتشار گرد و غبار استفاده شد. بررسی ابتدایی منابع آماری داده های در ایستگاه سینوپتیک کاشان نشان می دهد که حداکثر مطلق دما معادل ۴۰/۷ درجه سانتی‌گراد در مله تیر و حداقل مطلق درجه حرارت در دس ماه و برابر ۰/۶- درجه سانتی‌گراد است. در جدول ۱ خلاصه متغییرهای هواشناسی اندازه گیری شده در ایستگاه سینوپتیک کاشان نمایش داده شده است.

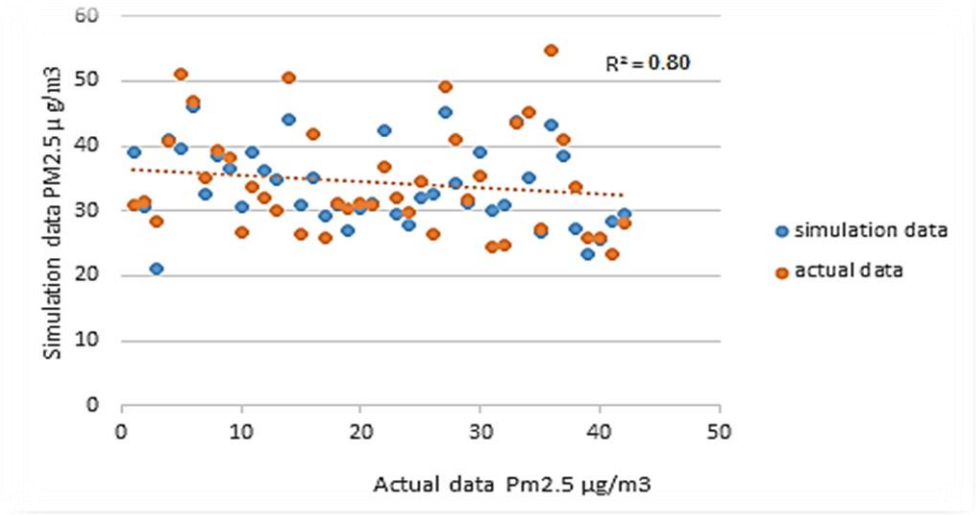
جدول ۱- خلاصه متغییرهای هواشناسی اندازه گیری شده در ایستگاه سینوپتیک کاشان
Table 1. Synoptic station Kashan meteorological variable summary

متغییر اندازه گیری شده Measured variables	میانگین Average
میانگین دما Average temperature	20.2
رطوبت نسبی بر حسب درصد میانگین Relative humidity in percent average	40
میانگین سرعت باد برحسب نات (knots) Average wind speed in knots	5.1

نتایج و بحث

پیش‌بینی انتشار گرد و غبار با استفاده از مدل شبکه عصبی

در این مطالعه با استفاده از برنامه متلب و مدل شبکه‌ی عصبی و داده‌های ورودی، میزان انتشار گردو غبار (PM2.5) در قالب یک فایل اکسل (لایه خروجی) پیش بینی شد. به منظور مدلسازی ۸۰ درصد از داده‌های ورودی به عنوان مجموعه آموزشی و باقیمانده آن (۲۰ درصد) برای مجموعه آزمایشی در نظر گرفته شد. بین داده‌های واقعی اندازه‌گیری شده و غلظت PM2.5 پیش بینی شده بر حسب میکروگرم بر متر مکعب در سال ۲۰۱۷ ضریب همبستگی بررسی شد که در نمودار (۱) نشان داده می‌شود.

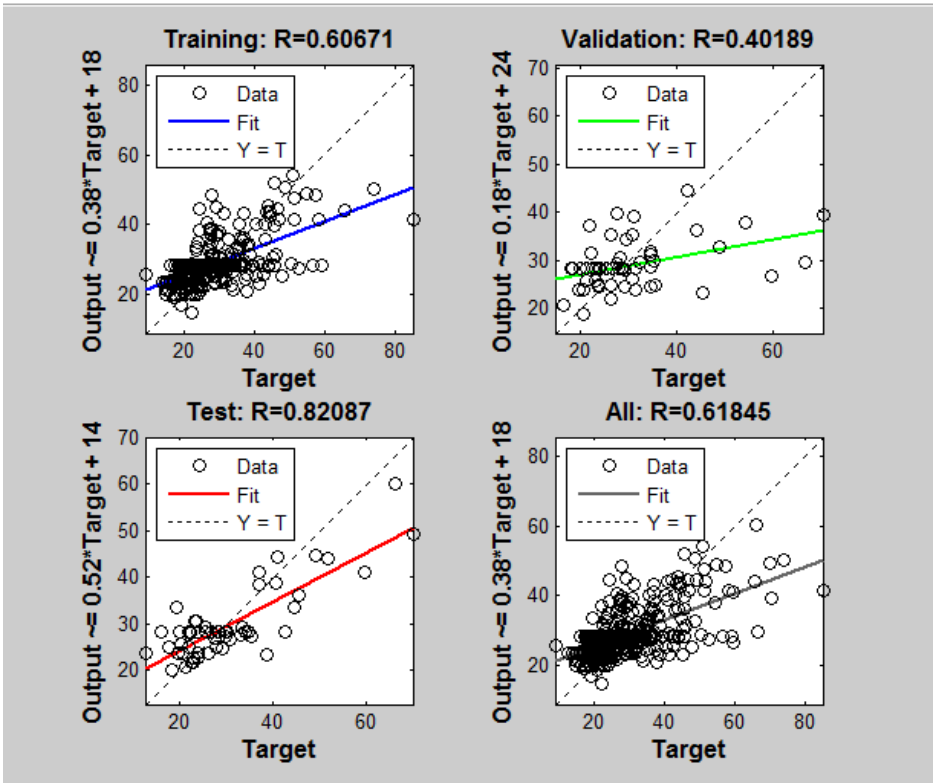


شکل ۳- مقایسه‌ی داده‌های واقعی و شبیه سازی شده غلظت $PM_{2.5}$ بر حسب میکروگرم بر متر مکعب در سال ۲۰۱۷

Fig. 3- Comparison of real and simulated data of $PM_{2.5}$ concentration in micrograms per cubic meter in 2017

نمودار میانگین رگرسیونی

شکل ۳، نشان دهنده میزان صحت شبکه عصبی طراحی شده برای پیش بینی انتشار گرد و غبار است. این نمودار میزان نزدیکی خروجی‌های شبکه را به مقادیر واقعی نمایش می‌دهد. زمانی که نقاط به محور قطری نمودار دورتر باشند و پراکنش نقاط پراکنده باشد و حالت تجمعی نداشته باشد، در نتیجه مقادیر خروجی مدل از مقدار واقعی فاصله بیشتری دارد. شبکه عصبی اجرا شده با استفاده از چهار متغیر ورودی توانست انتشار ذرات گرد و غبار (غلظت PM2.5) با صحت نزدیک به ۸۰ درصد برای سال ۲۰۱۷ مدلسازی و پیش بینی کند.



شکل ۴- نمودار معادله رگرسیونی بین مقادیر متغیرهای و نتیجه مدل شبکه عصبی مصنوعی در سال ۲۰۱۷

Fig. 4- Output of the correlation coefficient of the artificial neural network model in 2017

جدول ۲، نتایج روش رگرسیون گام به گام برای مشخص کردن میزان تأثیرگذاری متغیرهای مورد استفاده در مدلسازی را نشان می‌دهد. براین اساس، ضرایب همبستگی چندگانه، ضریب تعدیل یافته و خطای معیار برآورد برای هریک از مراحل رگرسیون در این جدول اشاره شده است.

جدول ۲- تعیین ضرایب رگرسیون گام به گام
Table 2. Determining step by step regression coefficients

آماره‌های مدل Model statistics				
مدل Model	R	R square	Adjusted R square	Std. error
میانگین دما Average temperature	0.52	0.327	0.312	4.99
میانگین سرعت باد Average wind speed	0.63	0.4	0.38	4.72
رطوبت نسبی Relative humidity	0.67	0.441	0.408	4.36

نتیجه‌گیری

مدل عصبی مصنوعی توانایی استخراج روابط نهفته بین ورودی‌ها و خروجی‌ها مدل را دارند. انواع متفاوتی از شبکه-های عصبی برای کاربردهای مختلف توسعه پیدا کرده‌اند. شبکه‌های عصبی با لایه‌های پنهان متعدد دارای توانایی بیشتری نسبت به شبکه‌های عصبی دو لایه و تک لایه هستند (Tan *et al.*, 2014). با این حال، هیچ روش سیستماتیک و مشخصی برای تعیین تعداد نرون و لایه‌ها وجود ندارد و تابع محرک ارتباط بین متغیرهای ورودی و داده خروجی نرون‌ها و لایه ها را برآورد می نماید. این مطالعه با هدف، مدلسازی تغییرات غلظت گرد و غبار در شهرستان کاشان و تأثیر گذاری عوامل آب و هوایی بر آن صورت گرفت. روش مورد استفاده در این پژوهش تکنیک شبکه عصبی مصنوعی به روش MLP (پرسپترون چند لایه) است. پارامترهای ورودی از جمله، جهت باد، سرعت باد، رطوبت و دما و غلظت $PM_{2.5}$ در نقطه مشخص به عنوان پارامتر خروجی مدل در نظر گرفته شد. نتایج صحت سنجی مدل با داده‌های واقعی نزدیک به ۸۰ درصد می باشد، لذا می‌توان از مدل شبکه عصبی برای پیش بینی غلظت $PM_{2.5}$ استفاده کرد. بنابراین با توجه به این که توان شبکه عصبی با الگوریتم آموزش پس انتشار خطا در حل مسائل گوناگون به اثبات رسیده است، می‌توان از این روش در پیش بینی آلودگی هوای کاشان استفاده کرد. بررسی نمودار میانگین رگرسیون نشان می دهد که مقادیر پیش بینی شده حاصل از مدل به محور قطری نزدیکترند و پراکندگی نداشته و با مقادیر اندازه‌گیری شده فاصله و اختلاف چندانی ندارند. همچنین براساس نتایج روش رگرسیون گام به گام مشخص شد که از بین چهار متغییر استفاده شده برای مدلسازی رطوبت نسبی بیشترین تاثیر و اهمیت در مدلسازی انتشار گرد و غبار دارد.

در تحقیقی که توسط Kaykhosravi *et al.* (2010) انجام شده است دقت شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش بینی گرد و غبار کارخانه سیمان سبزوار مورد ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان داد به دلیل قابلیت بالای شبکه عصبی پرسپترون در پیش بینی میزان غلظت گردوغبار، این مدل می‌تواند یک راه حل مناسب باشد. در مطالعه دیگری Wong *et al.* (2015) طوفان‌های گرد وغبار در آسیا و مناطقی از چین را با استفاده از مدل شبکه عصبی مدلسازی و شناسایی کردند. نتایج نشان داده که مدل ANN مورد استفاده در این مطالعه می‌تواند وقوع طوفان را پیش بینی کند. همچنین Huang *et al.* (2016) وقوع طوفان گرد و غبار را در شمال غرب چین با استفاده از مدل شبکه عصبی پیش بینی کردند که نتیجه مطالعه آن‌ها نیز با نتایج این پژوهش همسو می باشد. با توجه به

نتایج می‌توان گفت که شبکه عصبی و مدل‌های رگرسیونی کارایی پیش بینی انتشار ذرات گرد و غبار با صحت مناسبی دارند و نتایج این مطالعه نیز تایید بر این گفتمان است. (Hosseini *et al.*, 2020; Jamalizadeh Tajabadi *et al.*, 2010; Mohammad Asgari *et al.*, 2020; Sobhani *et al.*, 2015; Taei Samiromi, 2013). یافته‌های این مطالعه نشان داد که استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به منظور مدلسازی میزان آلاینده ها هوا روشی قابل قبول می باشد. با توجه به افزایش جمعیت شهری، گسترش و تغییرکاربری اراضی همراه با توسعه شهرها، تغییر شرایط آب و هوایی و ازدیا تقاضا برای مصرف فرآورده های نفتی پیشنهاد می‌شود که از وش مدلسازی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی غلظت سایر آلاینده‌های هوا مانند CO_2، NO_X و غیره استفاده شود. نتایج این نوع مطالعات می‌تواند برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران به منظور جلوگیری از آلودگی هوا و مدیریت کیفیت هوا در شهرها و کلان شهرها مناسب باشد.

پی‌نوشت‌ها

[1]Artificial Neural Network
[2] Neurons

منابع

Application of artificial neural networks in dust storm prediction (case study: Zabol city). Iranian Journal of Rangeland and Desert Research. 17(2), 205-220. (In Persian with English abstract).

Karimi, A., Hazavei, E. and Abolhassanim, M., 2015. Analysis of appropriate models for predicting air pollution with emphasis on neural network method, In Proceedings 1st International Conference on Natural Hazards and Environmental Crises, 13th-15th September, Ardebil, Iran. p.75.

Kaykhosravi, S.S., Nejad Korki, F. and Amin Tusi, M., 2020. Evaluation of the accuracy of artificial neural networks in predicting dust in Sabzevar Cement Factory. Quarterly Journal of Environmental Health Research. 5(1), 52-44. (In Persian with English abstract).

Kröse, B. and Smagt, P., 1996. Van D. An Introduction to Neural Networks. 8th ed. The University of Amsterdam, Amsterdam, Netherland.

Krose, B., Krose, B., Vander, P. and Smagt, P., 1993. An Introduction to Neural Networks. 1-135.

Ahmadi Massoud, N., Samadi Khadem, S. and Dargahi, A., 2013. Investigating the importance of green space in controlling and reducing urban air pollution, In Proceedings 3rd International Conference on Environmental Planning and Management, 26th-27th November, Tehran, Iran. p.108

Chouai, A., Laugier, S. and Richon, D., 2002. Modeling of thermodynamic properties using neural networks: Application to refrigerants. Fluid Phase Equilibria. 199(1-2), 53-62.

Hosseini Shahpariyan, N., Firozi, M. and Hosseini Kahnoj, S., 2020. Application of artificial neural network and regression model to predict the phenomenon of dust in the city of Ahvaz. Human and Environment. 18(3), 13-24. (In Persian with English abstract).

Huang, M., Peng, G., Zhang, J. and Zhang, S., 2006. Application of artificial neural networks to the prediction of dust storms. In Northwest China Journal of Global and Planetary Change. (52), 216-224.

Jamalizadeh Tajabadi, M.R., Moghadam Nia, A.R., Piri, J. and Ekhtesasi, M.R., 2010.

Mohammad Asgari, H., Miravipour, D., Najafi, I. and Farhadi, S., 2020. Detection of dust phenomenon in southwestern Iran using BTD and NDDI indices and neural network. Geographical Information Quarterly. 28(111), 234-218. (In Persian with English abstract).

Nejadkoorki, F. and Baroutian, S. 2011. Forecasting extreme PM10 concentrations using artificial neural networks. International Journal Environmental Research. 6(1), 277-84.

Rostami Fassih, Z., Mesdaghinia, A.R., Nabizadeh Nodehi, R., Mahvi, A.H. and Hadi, M. 2016. Prediction of air quality index based on meteorological variables and self-correlated components using artificial neural network. Razi Journal of Medical Sciences. 22(137), 43-32. (In Persian with English abstract).

Shahkooi, I. and Rahmani, T., 2020. Risk assessment of fine dust in northwestern Iran. Journal of Spatial Planning (Geography). 2, 58-80. (In Persian with English abstract).

Shahsvani, A., Ayar Ahmadi, M., Jafarzadeh Haghighi Fard, N., Naeem Abadi, A., Mahmoudian, M.H., Saleki, H., Solat, M.H., Soleimani, Z. and Nadafi, K., 2010. Effects of dust storms on health and environment. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences Winter. 4, 56-45. (In Persian with English abstract).

Sobhani, B., Salahi, B. and Goldust, A. 2015. Study the dust and evaluation of its possibility prediction based on statistical methods and ANFIS model in Zabol university. Geography and Development. 13(38), 123-138. (In Persian with English abstract).

Taei Samiromi, S., Moradi, H., Khadagholi, M. and Ahmadi, M., 2013. Study of factors affecting dust phenomenon in west of Iran. Human and Environment. 11(27), 1-10. (In Persian with English abstract).

Tan, M., Li, X. and Xin, L., 2014. Intensity of dust storms in China from 1980 to 2007: A new definition, Atmospheric Environment, 215-222.

Torkashvand, M.G. and Kiani, M. 2015. Analysis of air pollution status due to climatic effects of dust and dust storms in the southern regions of Hamadan province. Environmental Science and Technology. 19(4), 17-14. (In Persian with English abstract).

Wong, M.S., Xiao, F., Nichol, J., Fung, J., Kim, J., Campbell, J. and Chan, P.W. 2015. A multi-scale hybrid neural network retrieval model for dust storm detection, a study in Asia. Atmospheric Research. 158, 89-106.

Xiao, F., Wong, M.S., Lee, K.H., Campbell, J.R. and Shea, Y.K., 2015. Retrieval of dust storm aerosols using an integrated neural network model. Computers & Geosciences. 85, 104-114.

Zarabi Asghar, M.J. and Abdollahi, A.A. 2020. Investigation and evaluation of fixed and mobile sources in air pollution in Isfahan. Geography. 26, 164-151. (In Persian with English abstract).

Environmental Sciences Vol.21 / No.2 / Summer 2023

69-80

Original Article

Evaluation of dust emission using artificial neural network model of Kashan city

Elham Pourmaafi Esfahani,[1] Ali Almodaresi,[2*] Mohammad Mousaei Sanjerehei[3] and Hamed Haghparast[1]

[1] Department of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
[2] Department of Remote Sensing and GIS, Facult of Gemorphology, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
[3] Department of Plant Protection, Facult of Agriculture, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

Received: 2022.04.17 Accepted: 2023.05.13

Pourmaafi Esfahani, E., Almodaresi, A., Mousaei Sanjerehei, M. and Haghparast, H., 2023. Evaluation of dust emission using artificial neural network model of Kashan city. Environmental Sciences. 21(2): 69-80.

Introduction: Today, dust phenomena are among the most important environmental hazards and pose a serious threat to human health and the environment. Dust in the air as one of the pollutants has various adverse effects and negative consequences, such as reduced growth and yield of agricultural products, intensification of damage caused by pests and plant diseases, increased road accidents due to reduced visibility, cancellation of flights and the resulting financial losses, increased treatment costs, closure of industrial units, pollution of water resources, increased erosion of buildings, decreased efficiency of solar photovoltaic systems due to turbidity. Therefore, due to the importance of dust and in order to predict how dust is spread, the artificial neural network model was used. This model can provide cost-effective information for future implementation of air pollution control strategies and cost reduction.

Material and methods: To model the dust distribution using an artificial neural network model, statistics and meteorological information of Kashan synoptic station, which were recorded daily by the Environment Department in 1996, were used. The proposed neural network model has four input layers that include

[*] Corresponding Author: *Email Address*. almodaresi@iauyazd.ac.ir
http://dx.doi.org/10.48308/envs.2023.1177
http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1402.21.2.12.0

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

humidity, temperature, wind speed, wind direction and an output layer, the daily concentration of suspended particles is 2.5 micrometers per cubic meter. The model training process was performed using a multilayer perceptron neural network and post-diffusion rule and using the sigmoid membership function in Matleb software environment. In the neural network model, the number of neurons in the hidden layer and the appropriate number of rounds or IPAC to achieve the best neural network structure, with the least error for each model, were determined using trial and error. The number of neurons and apex for the model in 2017 is 15 and 37,000, respectively.

Results and discussion: The correlation coefficient of the model for predicting $PM_{2.5}$ concentration was equal to 0.80 which was obtained by comparing real data with simulated data. The validation results of the model with real data were close to 80%, so the neural network model can be used to predict $PM_{2.5}$ concentration**.** According to the average regression diagram, the predicted values obtained from the model were closer to the diagonal axis and had no dispersion**.** Also, based on the results of the step-by-step regression method, it was determined that among the four variables used for relative humidity modeling, it has the most impact and importance in dust emission modeling.

Conclusion: According to the accuracy and the results, this method can be used to predict the air pollution of Kashan caused by suspended particles. Due to the high capability of the perceptron neural network in predicting the concentration and distribution of dust, the application of this model can be a suitable and fast solution for predicting the amount and spread of dust.

Keywords: Modeling, Artificial neural network, Air pollution, Dust, Kashan.