

کاربرد شبکه عصبی مصنوعی و مدل همبستگی در پیش بینی پدیده گرد و غبار در کلانشهر اهواز

نبی الله حسینی شه پریان^{۱*}

nabi.hosseini12@gmail.com

محمد علی فیروزی^۲

سید رضا حسینی کهنوج^۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۲۹

چکیده

گرد و غبار یکی از پدیده های مخرب اقلیمی در استان های غربی است که سالانه خسارت فراوانی را به محیط زیست وارد می نماید که عواملی بسیاری در بوجود آمدن آن نقش دارند. هدف از انجام این پژوهش پیش بینی پدیده گرد و غبار شهر اهواز می باشد. در این پژوهش از داده های سینوپتیکی اهواز طی سال های (۲۰۱۰-۲۰۰۰) استفاده شده است. این داده ها شامل میانگین نقطه دمای شب (به سانتیگراد)، میانگین سرعت باد بر حسب نات (knots)، رطوبت نسبی بر حسب درصد میانگین و میانگین بارندگی ماهانه به عنوان ورودی و داده روزهای توأم با گرد و غبار به عنوان هدف، به شبکه معرفی شدند. سپس، با استفاده از مدل سازی علی، روابط میان متغیرها استخراج و در نهایت، مدل به وسیله شبکه عصبی و مدل رگرسیون گام به گام، آزمون شده است. نتایج، موید توانایی بیش از ۷۴ درصد مدل بکار رفته، در پیش بینی پدیده گرد و غبار در شهر اهواز است. میزان رگرسیون حاصل از داده های گرد و غبار در یک ترکیب خطی با متغیرهای وارد شده در معادله برابر با ۰/۶۵۱ است. همچنین ضریب تعیین حاصل برابر با ۰/۴۲۴ و ضریب تعیین تعدیل یافته برابر با ۰/۴۱۰ گزارش شده است؛ یعنی در واقع حدود ۴۱ درصد از واریانس متغیر انجام گرد و غبار از طریق متغیرهای مستقل تبیین و توجیه شده است.

کلمات کلیدی: شبکه عصبی، مدل همبستگی، پیش بینی، گرد و غبار، کلانشهر اهواز

۱ - دانشجوی دکتری رشته جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه تبریز

۲ - استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳ - دانشجوی دکتری رشته جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه فردوسی مشهد

Application of Artificial Neural Network and Regression Model to Predict the Phenomenon of Dust in the City of Ahvaz

Nabiollah Hosseini Shahpariyan¹

nabi.hosseini12@gmail.com

Mohammad Ali Firozi²

Seyyed Reza Hosseini Kahnoj³

Abstract

Dust is one of the phenomena of destructive climate in the western provinces that causes great damage to the environment and many factors are involved in creating this problem. The aim of this study is to predict the phenomenon of dust in Ahvaz city.

In this study, Ahvaz synoptic data during the years (2000-2010) have been used. These data include mean dew point (in degrees Celsius), mean wind speed in knots, relative humidity in terms of average percentage and average monthly rainfall as input, and data on dusty days as target. Networks were introduced. Then, using causal modeling, the relationships between the variables are extracted and finally, the model is tested by neural network and stepwise regression model. The results confirm the ability of more than 74% of the model used to predict the dust phenomenon in Ahvaz. The regression rate of dust data in a linear combination with the variables entered in the equation is equal to 0.651. Also, the resulting coefficient of determination is equal to 0.424 and the modified coefficient of determination is equal to 0.410; That is, in fact, about 41% of the variance of the dust variable is explained and justified through independent variables.

Key words: Neural Network Regression Model, Prediction, Dust, Metropolitan Ahvaz.

1- Ph.D. Candidate, Geography and Rural Planning, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2- Full Professor, Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

3- Ph.D. Candidate, Geography and Rural Planning, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

زمینه و هدف

می‌رسد که فراوانی وقوع آن در مردادماه بیش از ماه‌های دیگر است (۱۲). مطالعه سیستم گردوغبار در غرب کشور از چندین جنبه دارای اهمیت است اول این‌که منطقه مورد مطالعه به خاطر داشتن ویژگی‌های طبیعی از جمله مرتع و کوهستانی بودن بیشتر آن-بخش کوچکی در محدوده‌ی استان‌های خوزستان و ایلام- داشتن بارندگی سالیانه بیشتر از متوسط کشوری و همچنین وجود پوشش گیاهی و مرتعی که در مجموع، آن را از مناطق خشک ایران جدا می‌کند، به‌عنوان یک منطقه‌ی منبع گردوغبار به شمار نمی‌رود و در نتیجه بیشتر گردوغبارهای فراگیر و گسترده‌ای که در این منطقه مشاهده می‌شود فرامحلی بوده و از نواحی دور و نزدیک دیگر منشأ می‌گیرد. دوم اینکه این منطقه در مسیر ورود سیکلون‌ها و سیستم‌های آورنده‌ی گردوغبار به کشور قرار گرفته است (۷). تحقیقات بسیاری نشان می‌دهد که بسامد و شدت توفان‌های گردوغبار زیاد شده است. در مورد شهر اهواز نیز باید این نکته را اشاره کرد که بیشترین روزهای گردوغباری در ماه‌های تابستان است (فصل گرم سال)، ولی این پدیده در سال‌های اخیر در حال کشیده شدن به فصل سرد سال است (۲). افزایش وقوع گردوغبار در مناطق مختلف جهان و ایران، باعث توجه محققان زیادی در این زمینه و مطالعات زیادی از دیدگاه‌های مختلف در زمینه پدیده گردوغبار شده است. کاشائوتس و همکاران در سال ۲۰۰۷، در یکی از جدیدترین اقدامات سینوپتیک دورسنجی صورت گرفته در زمینه گردوغبار در مقاله‌ای که مربوط به بررسی مطالعه یکی از طوفان‌های شدید گردوغبار روی شمال صحرای آفریقا (لیبی) می‌باشد بیان می‌دارند این طوفان پس از گذشتن از دریای مدیترانه به کشور یونان می‌رسد. در این اقدام با استفاده از داده‌های سنجنده MODIS، آنالیز این توفان که در ماه آوریل رخ داده بود، مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس در روز اوج انتقال غبار میزان عمق اپتیکی در کرت یونان حتی به ۴ رسید. این در حالی است که مقدار متوسط این فصل در حدود ۰/۳۱ می‌باشد (۲۰). در کشور چین نیز تان و

هدف اصلی مدل سازی سری‌های زمانی، دادن نظم خاص به مشاهدات وابسته به زمان است تا بر اساس آن بتوان آینده را پیش‌بینی کرد. به سخن دیگر، مهم‌ترین هدف تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی یافتن تغییرات و پیش‌بینی آینده آن است (۹). یکی از پدیده‌های مخرب در مناطق خشک و نیمه‌خشک و یا مناطق هم‌جوار با آن، پدیده گردوغبار است. کشور ایران به علت قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، به‌طور مداوم در معرض سیستم‌های گردوغبار محلی و سینوپتیکی متعدد است (۱۰). از مهم‌ترین شرایط آمدن آن در کنار هوای ناپایدار، مقدار نمناکی است؛ به‌طوری‌که اگر هوای ناپایدار نمناک باشد، بارش و پدیده رعدوبرق، و اگر خشک باشد، پدیده گردوغبار را ایجاد می‌کند (۶). عواملی دیگر؛ نظیر رطوبت نسبی، سرعت باد و اندازه و میانگین بارندگی، در به وجود آمدن پدیده گردوغبار مؤثرند در این رابطه می‌توان گفت ساختار رخدادهای گردوغبار بسیار پیچیده و وابسته به سامانه هوای محلی، بارندگی، رطوبت و ... است (۲). طوفان گردوخاک در منابع مختلف تعارف متعدد و تا حدودی نامشخص دارد (۴). بیشترین گردوغبار موجود در جو با منشأ ذرات ریزدانه اتفاق افتاده است که این ذرات در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از فراوانی بالاتری برخوردارند. تأثیر گردوغبار ممکن است تا فاصله ۴۰۰۰ کیلومتری از منبع اصلی تداوم داشته، سبب بروز خسارت فراوان در زمینه‌های بهداشتی، کشاورزی، صنعتی، حمل‌ونقل و سیستم‌های مخابراتی گردد (۹). مطالعاتی که در ارتباط با فراوانی روزهای گردوغبار کشور انجام گرفته است، نشان می‌دهد که چاله‌های مرکزی ایران، بیشترین روزهای گردوغباری را دارند به‌طور مثال؛ در مناطق وزش بادهای ۱۲۰ روزه سیستان و بلوچستان فراوانی وقوع روزهای گردوغباری در سال به بیش از ۱۵۰ روز می‌رسد. در مراکز جنوب غربی و غرب کشور که در مجاورت بیابان‌های بزرگ می‌باشند نیز روزهای گردوغبار قابل‌توجه است به‌طوری‌که میانگین روزهای گردوغبار در این بخش از کشور حدود ۱۵ روز

عرض‌های جنوبی به منطقه مورد مطالعه می‌گردد (۱۰). سبحانی و همکاران در سال ۱۳۹۴، در پژوهشی با مدل ANFIS به بررسی و ارزیابی گردوغبار شهر زابل پرداخته‌اند، نتایج پیش‌بینی گردوغبار با مدل انفیس نشان از قابلیت بالای آن در پیش‌بینی گردوغبار در این ایستگاه می‌باشد. ساختار سیستم استنتاج فازی تعیین‌شده با چهار تابع عضویت به شکل قوسی با روش آموزش هیبرید، با اطمینان حدود ۶۳ درصد گردوغبار ایستگاه زابل را پیش‌بینی می‌کند (۱۱).

در این راستا، پژوهش حاضر، بررسی نسبتاً کاملی از عملکرد شبکه عصبی (مدل پرسپترون چند لایه) در پیش‌بینی پدیده گردوغبار شهر اهواز انجام داده و کارایی این مدل در بهبود دقت پیش‌بینی را نشان می‌دهد. همچنین در مرحله بعد، به بررسی پارامترهای تأثیرگذار بر پدیده گردوغبار با استفاده از مدل رگرسیون گام‌به‌گام (استفاده از نرم‌افزار SPSS) پرداخته شده است. بنابراین هدف اصلی پژوهش حاضر، پیش‌بینی روند پدیده گردوغبار (اطلاعات به‌دست‌آمده از مرکز هواشناسی ایران طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۰) و تعیین عوامل مؤثر بر پدیده گردوغبار در شهر اهواز به‌عنوان یکی از پیامدهای مخرب زیست‌محیطی است.

روش بررسی:

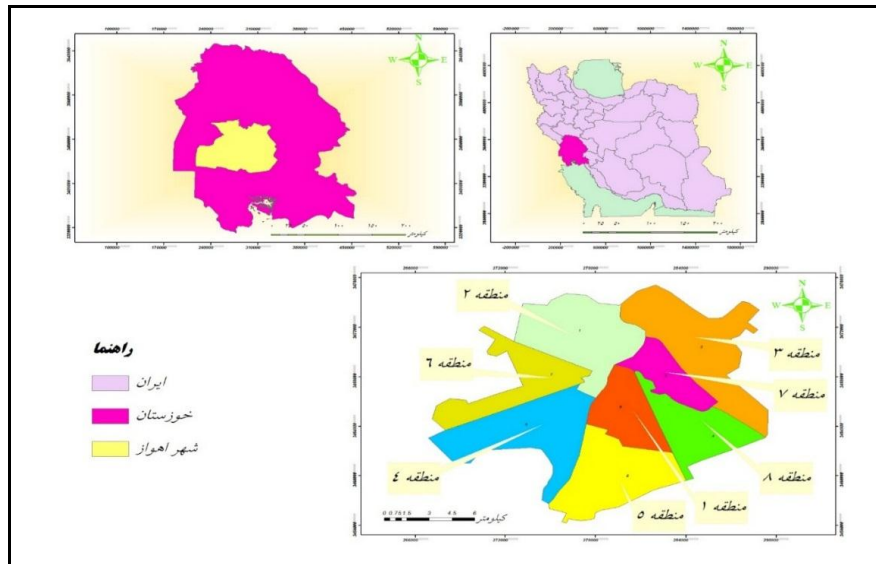
منطقه مورد مطالعه

شهر اهواز، مرکز استان خوزستان است. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ جمعیت آن ۱۳۹۵۱۸۴ می‌باشد. داده‌ها هواشناسی و اقلیمی ایستگاه سینوپتیک با مختصات ۴۹ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی نشان می‌دهد که بر پایه طبقه‌بندی اقلیمی دوماتون، آب‌وهوای این شهر در محدوده گروه اقلیم خشک قرار دارد. میانگین آماری ۵۴ ساله کمینه دما در دی‌ماه ۱۲/۳ و بیشینه دما در تیرماه با ۳۷/۱ درجه سلسیوس مشاهده شده و از لحاظ بارش ماهانه بیشینه بارش در دی‌ماه ۴۹/۸ میلی‌متر در مردادماه مشاهده شده است. بیشترین نم نسبی در

همکاران، به بررسی شدت توفان گردوغبار از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷ پرداخته شد؛ نتایج حاکی از آن بود که بیشترین وقوع گردوغبار در سال ۱۹۸۳ بوده است. نتایج همچنین نشان داد که از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۹ وقوع گردوغبار روند کاهشی و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ روندی افزایشی داشته است (۱۵). مطالعه دیگری در کشور چین توسط هوانگ و همکاران، گزارش شده است که توانسته‌اند به‌طور متوسط ۷۱/۶ و ۶۸/۲ درصد طوفان‌ها را پیش‌بینی نمایند (۱۷).

در داخل کشور نیز مطالعات مختلفی به بررسی وضعیت گردوغبار پرداخته‌اند. رضایی بنفشه و همکاران در سال ۱۳۸۹، در استان کردستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به برآورد میزان گردوغبار پرداختند که نتایج نشان داد، میزان نوع بدون گردوغبار و گردوغبار متوسط به‌طور کلی روندی کاهشی و گردوغبار ضعیف و شدید روندی افزایشی داشته‌اند به‌طوری‌که گردوغبار شدید بیشترین روند افزایشی را به خود اختصاص داده است (۸). جمال‌زاده و همکاران در سال ۱۳۸۹، در پژوهشی دیگر به پیش‌بینی طوفان گردوخاک شهر زابل با روش شبکه‌های عصبی پرداخته‌اند. نتایج به‌دست‌آمده در پیش‌بینی کوتاه‌مدت وقوع طوفان‌ها موفقیت بیشتری نشان می‌دهد و با بیشتر شدن زمان پیش‌بینی، از دقت نتایج کاسته می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد با شناخت بهتر فرآیند این طوفان‌ها بتوان پیش‌بینی دقیق‌تری را با استفاده از این شبکه‌ها انجام داد (۴). سمیری و همکاران در سال ۱۳۹۲، به شناخت و بررسی عوامل مؤثر بر پدیده گردوغبار در غرب ایران پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که کاهش شدید رطوبت خاک بر اثر کاهش شدید بارش در دهه‌ی گذشته به‌ویژه در شمال خاورمیانه که منطقه‌ی تغذیه رودهای بزرگ بین‌النهرین است و نیز افزایش فرکانس عبور امواج کوتاه و سریع با مؤلفه‌ی باد مداری قوی از دلایل اصلی وقوع توفان‌های منطقه هستند. به نظر می‌رسد تقویت پرفشار جنب‌حاره‌ای روی عربستان و هم‌زمان گسترش و باز شدن خطوط ۵۸۸ دکامتر باعث افزایش سرعت امواج کوتاه سطوح میانی و کاهش فرارفت رطوبتی از سطوح بالای

دی‌ماه با ۷۲ درصد و کمترین آن با ۲۳ درصد در خردادماه دیده‌شده است (۳).



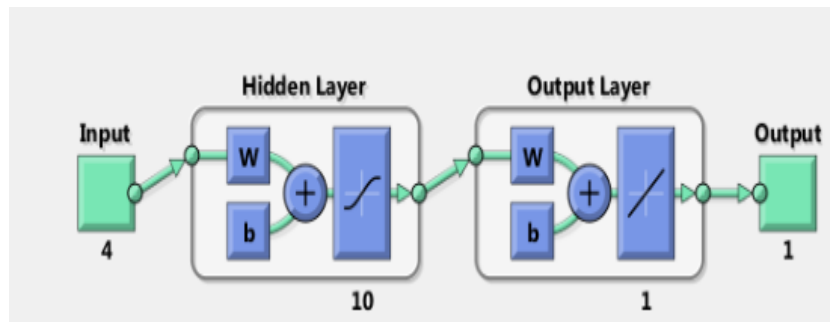
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مناطق هشت‌گانه شهر اهواز

ترسیم: نگارندگان

مواد و روش‌ها

پژوهش، داده‌های میانگین نقطه دمای شبنم (به سانتی‌گراد)، میانگین سرعت باد بر حسب نات (knots)، رطوبت نسبی بر حسب درصد میانگین و میانگین بارندگی ماهانه به‌عنوان ورودی و داده روزهای توأم با گردوغبار به‌عنوان هدف، به شبکه معرفی شدند. از مجموع داده‌ها، ۱۳۲ نمونه جهت آموزش به شبکه، معرفی گردید و درنهایت، با توجه به آزمون و خطاهای مکرر برای ساخت شبکه مناسب، شبکه‌ای با یک‌لایه پنهان و ۱۰ نرون، بیشترین دقت را برای پیش‌بینی داشت.

در این مطالعه از داده‌های بلندمدت هواشناسی ایستگاه سینوپتیک اهواز در طول دوره ۱۱ ساله (۲۰۱۰-۲۰۲۰) استفاده شد. داده‌ها پس از اخذ از سازمان هواشناسی کشور مورد پردازش قرار گرفته و داده‌های ناقص بازسازی شدند. به‌منظور پیش‌بینی پدیده گردوغبار از شبکه عصبی پرستون چندلایه استفاده شد و نرم‌افزار مورد استفاده برای ساخت شبکه، نرم‌افزار MATLAB، می باشد. از شبکه عصبی پیشخور و تابع انتقال برای ایجاد الگوریتم Levenberg marquardt استفاده گردید. در این



شکل ۲- ورود داده‌های پژوهش به شبکه مصنوعی چندلایه

گردوغبار در ایستگاه سینوپتیکی اهواز در طول دوره ۱۱ ساله (۲۰۱۰-۲۰۰۰) نشان می‌دهد که حداکثر متوسط ماهیانه گردوغبار در ماه جولای در سال ۲۰۰۹ معادل ۳۰ روز است.

همچنین به منظور تعیین تأثیرگذاری عوامل مؤثر بر پدیده گردوغبار، از رگرسیون خطی در مدل رگرسیون گام‌به‌گام در نرم‌افزار (SPSS) استفاده شد. بررسی اولیه منابع آماری داده‌های

جدول ۱- خلاصه متغیرهای هواشناسی اندازه‌گیری شده در ایستگاه سینوپتیک اهواز

متغیرهای اندازه‌گیری شده	حدود بیشینه	حدود کمینه	میانگین
میانگین نقطه دمای شبنم	۱۸/۳	۱/۷	۸/۵۰
میانگین سرعت باد برحسب نات (knots)	۸/۵۰	۱/۷۰	۶/۶۴
رطوبت نسبی برحسب درصد میانگین	۸۵	۱۶	۴۰/۳۱
میانگین بارندگی ماهانه به‌عنوان ورودی	۱۳۱/۷	۰	۱۶/۲۰
روزهای توأم با گردوغبار به‌عنوان هدف	۳۰	۰	۸/۰۵

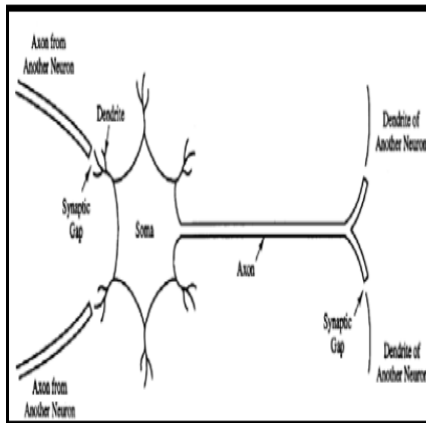
منبع: نگارندگان

قابلیت شبکه عصبی مصنوعی

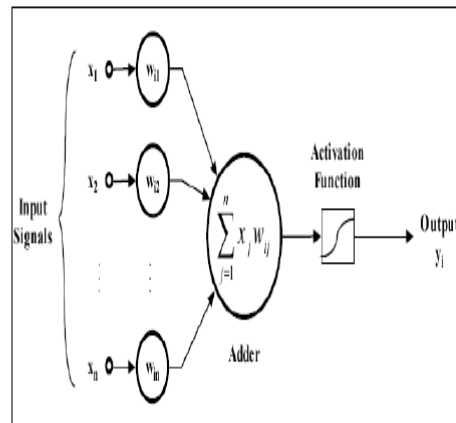
این مدل توانایی استخراج روابط نهفته بین ورودی‌ها و خروجی‌های مدل را دارند. این ساختار از تعداد بسیار زیادی عناصر پردازشی یانورون‌ها تشکیل شده است که برای حل مسائل پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شبکه‌ها مانند کسب تجربه در انسان، از موارد نمونه یاد می‌گیرند و برای کاربردهای خاص از قبیل تشخیص الگو یا طبقه‌بندی داده‌ها طی روند یادگیری، سازمان‌دهی شده‌اند و این شرح ساده‌ای از شبکه‌های عصبی مصنوعی است (۱). انواع بسیار متفاوتی از شبکه‌های عصبی با

گستره‌ی کاربردی ویژه وجود دارند (۱۶). معمول‌ترین نوع شبکه‌ی عصبی مصنوعی که پرسپترون چندلایه نامیده می‌شود شامل سه واحد گروهی یا لایه‌ای می‌شود: یک لایه‌ی ورودی که به یک لایه‌ی پنهان متصل است و این لایه نیز به نوبه‌ی خود به لایه‌ای که لایه‌ی خروجی نامیده می‌شود متصل می‌گردد. پژوهشگران معمولاً شبکه‌های عصبی را پایک یا دولایه‌ی پنهان طراحی می‌کنند (۱۳). زیرا شبکه‌های عصبی با لایه‌های پنهان دارای توانایی بیشتری نسبت به شبکه‌های عصبی دولایه هستند (۱۴). اما به‌طور کلی هیچ روش سیستماتیک پذیرفته‌شده‌ای برای

است که توانایی رخ دادن فرآیندها و ترکیبات دلخواه غیرخطی برای ارتباط بین ورودی و خروجی‌های هر سیستمی را داراست؛ ضمناً این شبکه با داده‌های موجود طی فرآیند یادگیری، آموزش داده می‌شود و به‌منظور پیش بینی در آینده استفاده می‌گردد. نرون‌های شبکه عصبی در حقیقت، شکل بسیار ساده از نرون‌های بیولوژیک هستند، ولی از توانایی کمتری نسبت به آن‌ها برخوردارند (شکل ۴ و ۳).



شکل ۴- ساختار یک نرون طبیعی (بیولوژیک)



شکل ۳- ساختار یک نرون مصنوعی

تعیین تعداد ورودی بهینه وجود ندارد (۱۸). مجموع ورودی‌ها هر نرون پس از ضرب در وزن‌های متناظر در یک تابع موسوم به تابع محرک اعمال می‌شوند و بر اساس نیاز خاص مسئله‌ای که قرار است به‌وسیله شبکه‌ی عصبی حل شود، می‌تواند خطی یا غیرخطی انتخاب شود. در حقیقت تابع محرک ارتباط بین ورودی و خروجی گره‌ها و شبکه را برآورد می‌نماید (۱۴).

تئوری ریاضی شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی درواقع، مدل ساده‌شده‌ای از مغز انسان

خروجی بدون تغییر به شبکه ارائه‌شده، در نهایت خروجی مطلوب را بسازد.

معماری شبکه‌های عصبی چندلایه

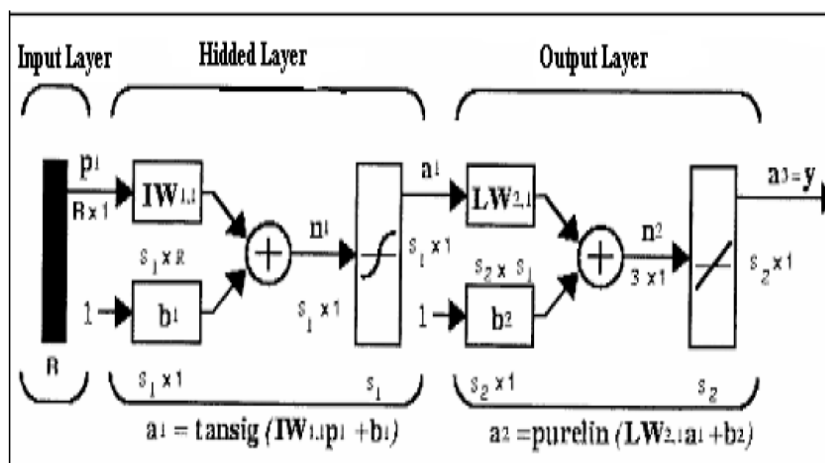
در سال‌های اخیر، چندین تقریب گر عمومی تابع پیشنهادشده است که از آن جمله می‌توان پرسپترون چندلایه (MLP) را نام برد. یک نقطه قدرت عملی این سیستم‌ها، این است که می‌توانند توابع غیرخطی را با تعداد زیادی متغیر، تقریب بزنند و از اطلاعات موجود در مجموعه‌های بسیار بزرگ عددی استفاده کنند (۱). به دلیل آنکه الگوریتم آموزش در شبکه‌های MLP معمولاً پس انتشار (BP) است.

عموماً هر شبکه عصبی از سه لایه تشکیل شده که عبارت‌اند از: ۱- لایه ورودی، شامل چند نرون است که در این پژوهش، میانگین نقطه دمای شب‌نم (به سانتی‌گراد)، میانگین سرعت باد بر حسب نات (knots)، رطوبت نسبی بر حسب درصد میانگین، بارندگی ماهانه میانگین، تعداد روزهای توأم با گردوخاک را دریافت می‌کند ۲- لایه پنهان، شامل تعدادی نرون متغیر است که تعداد بهینه آن‌ها برای حداقل شدن خط (RMSE, R, MAE) از طریق آزمایش و تکرار تعیین می‌گردد ۳- لایه خروجی، که برای افزایش سرعت شبکه در این لایه، از تابع فعال‌ساز استفاده می‌شود تا با استفاده از آن هم سرعت یادگیری افزایش یابد و هم مقادیر

محرک است که این مقاله، تابع فعال ساز لایه پنهان، از نوع تانژانت سیگموید (Tan-Sigmoid Function) با رابطه $F(\text{Net}_{pi}) = (1 + \exp(-(\text{Net}_{pi}))^{-1}$ و تابع فعال ساز لایه خروجی، از نوع خطی یا همگانی (Linear Transfer Function) است (شکل ۵).

$$\text{Net}_{pi} = \sum W_{ij} a_{pi} + b_i$$

در این رابطه مقدار خروجی لایه قلبی و W_{ij} وزن های لایه مربوط و b_i میزان بایاس است. در واقع، این رابطه ای خطی است. سپس مقدار $F(\text{Net}_{pi})$ محاسبه می شود که F یک تابع



شکل ۵- معماری شبکه های مصنوعی چند لایه

در این رابطه، ΔW_{ij} به مقدار W_{ij} برای آموزش اضافه می شود که در آن η نرخ آموزش و یک عدد مثبت است (۵).
نتایج:

پیش بینی پدیده گردوغبار با استفاده از مدل پرستون چند لایه

در این پژوهش با استفاده از نرم افزار MATLAB، یک شبکه عصبی طراحی و ساخته شد. نخست، داده ها برای ورود به شبکه به صورت زیر تقسیم بندی شدند:

-۸۰ درصد به عنوان مجموعه آموزشی

-۲۶ درصد به عنوان مجموعه ارزیابی

-۲۶ درصد به عنوان مجموعه آزمایشی

برای پیش بینی، بایستی مقادیر b_i و W_{ij} آموزش ببینند. یعنی مقادیر آن ها طوری طراحی شود که سیستم بتواند پیش بینی را صورت دهد. در چنین حالتی، بایستی ما یک الگوریتم برگشتی (محاسبات پسرو) بری آموزش وزن ها و بایاس ها داشته باشیم. فرض کنید، obc مقادیر مشاهده شده (واقعی) و pre مقادیر پیش بینی شده (محاسبه شده) باشند، الگوریتم آموزش در اینجا روش BP است، که محاسبات آن به صورت پس انتشار خطا بوده و شکل زیر است:

$$\Delta w_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial W_{ij}}$$

$$E = \sum_i (obc_i - pre_i)^2$$

Results			
	Samples	MSE	R
Training:	80	17.30222e-0	7.59956e-1
Validation:	26	23.64742e-0	6.14298e-1
Testing:	26	19.72790e-0	6.39752e-1

شکل ۶- تقسیم‌بندی داده‌های ورودی

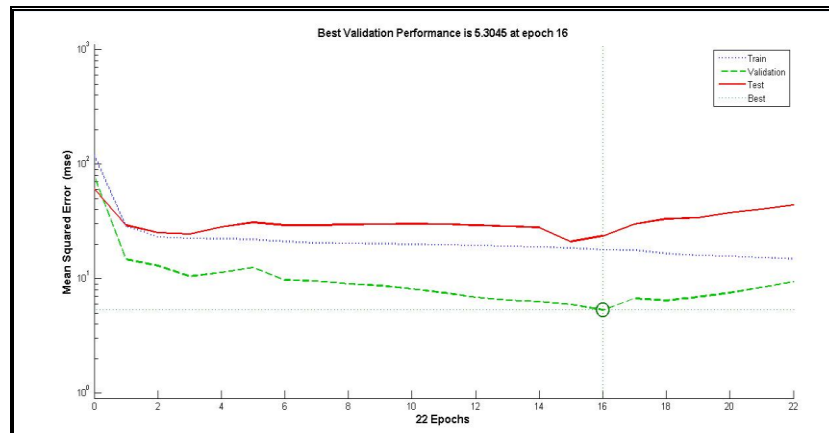
تکرارهای آموزش ادامه خواهند داشت و در نهایت بهترین میزان تکرار بر اساس مقدار مینیمم مجموع داده‌های مجموعه آموزش و تأیید انتخاب می‌شود. شکل شماره (۷)، نشان می‌دهد که فرایند آموزش شبکه عصبی از داده‌های ورودی چگونه پیش می‌رود. با توجه به تنظیمات انجام‌شده، شبکه با رخ دادن ۶ تکرار متوالی در خطای مجموعه ارزیابی متوقف شد. این توقف در تکرار ۱۷ رخ داده است. با توجه به نمودار زیر مشخص می‌شود:

الف: مقدار خطای میانگین مربعات نهایی کوچک است.

ب: خطای مجموعه آزمایشی با خطای مجموعه ارزیابی دارای رفتار و خصوصیات تقریباً یکسانی است.

ج: تا تکرار ۱۷ (که بهترین کارایی در مورد مجموعه ارزیابی به وقوع می‌پیوندد) هیچ بیش‌برازشی رخ نداده است.

تعداد ۴ متغیر به‌عنوان ورودی و یک خروجی (تعداد روزهای توأم با گردوغبار) در قالب فایل EXCEL و به‌صورت ماتریس به شبکه داده شد. بارها برای بالابردن کارایی؛ شبکه طراحی گردید زیرا تنها راه تعیین لایه‌های پنهان، تعداد لایه و همچنین نوع تابع تبدیل طراحی شبکه و آزمایش آن است. در انتها با توجه به جواب‌های به‌دست‌آمده استفاده از یک‌لایه پنهان تعداد ۱۲ نورون برای تجزیه تحلیل بهترین نتیجه را برای رسیدن به درصد بالا برای تخمین داشت. به دلیل نامشخص بودن مقدار بهینه تکرار آموزش، طبق روش توقف به‌موقع هم‌زمان با ارائه داده‌های مجموعه آموزش و بهینه‌سازی وزن‌های شبکه، داده‌های مجموعه ارزیابی نیز به شبکه تنها برای به دست آوردن پیش‌بینی ارائه می‌شوند و تا زمانی که بهبود خطابه مقدار بسیار کم نرسیده است

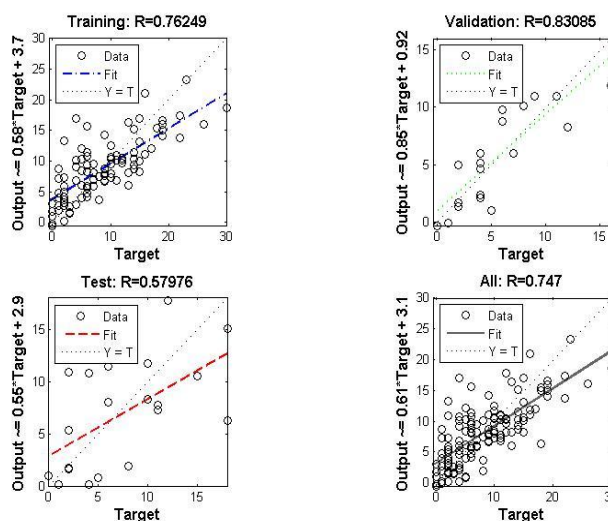


شکل ۷- نمودار کارآیی شبکه

نمودار نزدیک تر باشند و تجمع پیدا کنند مقادیر خروجی به مقادیر واقعی نزدیک ترند. در این پژوهش شبکه با استفاده از ۴ متغیر معرفی شده در پژوهش با دقت ۷۴٪ توانست پدیده گردوغبار را پیش بینی کند.

نمودار میانگین رگرسیونی

شکل شماره (۸)، گویای میزان دقت شبکه در پیش بینی پدیده گردوغبار می باشد، این نمودار میزان نزدیکی خروجی های شبکه به مقادیر واقعی را نشان می دهد. هر چه نقاط به محور قطری



شکل ۸- نمودار معادله رگرسیونی بین مقادیر متغیرهای مؤثر در پدیده گردوغبار

چندگانه، ضریب تعیین تعدیل یافته و خطای معیار برآورد برای هر یک از مراحل انجام تحلیل رگرسیون به نمایش درآمده است. گفتنی است در خروجی به دست آمده بایستی همیشه از یافته ها و ارقام مدل نهایی (ردیف آخر) استفاده کرد.

تعیین عوامل مؤثر بر پدیده گردوغبار

برای مشخص کردن تأثیرگذاری متغیرهای مورد استفاده در پژوهش، از روش رگرسیون گام به گام استفاده شده است. همان طور که در جدول شماره (۲)، مشاهده می شود ضرایب همبستگی

جدول ۲- تعیین ضرایب رگرسیون گام به گام

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error
میانگین نقطه دمای شبنم	۰/۵۲۷ ^a	۰/۳۲۷	۰/۳۲۲	۵/۰۶۶
میانگین سرعت باد	۰/۶۲۷ ^b	۰/۳۹۳	۰/۳۸۴	۴/۸۲۹
رطوبت نسبی	۰/۶۵۱ ^c	۰/۴۲۴	۰/۴۱۰	۴/۷۲۳

منبع: یافته های پژوهش

طوفان گردوغبار، عدم تفکیک صحیح وقایع، تداخل رخدادهای و موارد این‌چنینی باعث ایجاد مشکل در تهیه یک مدل پیش‌بینی با استفاده از این روش‌ها می‌گردد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات جمالی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹)، سمیری و همکاران (۱۳۹۲) و سبحانی و همکاران (۱۳۹۴) می‌توان گفت شبکه عصبی و مدل‌های رگرسیونی پیش‌بینی دقیق‌تری از پدیده گردوغبار دارند. نتایج این پژوهش نیز تأیید بر این گفتمان است.

منابع

- ۱- امانپور، سعید و همکاران، تخمین قیمت مسکن شهر اهواز با استفاده از شبکه عصبی، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، ۱۳۹۴، سال سوم، شماره ۹، صص ۵۷-۴۵.
- ۲- تقوی، فرحناز و همکاران، تشخیص و پایش توفان گردوغبار غرب ایران با استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور، مجله فیزیک زمین و فضا، ۱۳۹۲، دوره ۳۹، شماره ۳، صص ۹۶-۸۳؛
- ۳- حسینی شه‌پریان، نبی‌الله، تحلیلی بر عدالت فضایی با تأکید بر خدمات عمومی شهری کلان‌شهر اهواز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۹۴.
- ۴- جمال‌زاده، محمدرضا و همکاران، پیش‌بینی وقوع طوفان گردوخاک با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی: موردی: شهر زابل، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۳۸۹، جلد ۱۷، شماره ۲، صص ۲۲۰-۲۰۵.
- ۵- خوشحال دستجردی، جواد و سید محمد حسینی، کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در شبیه‌سازی عناصر اقلیمی و پیش‌بینی سیکل خشک‌سالی (مطالعه موردی: استان اصفهان)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۱۳۸۹ شماره پیاپی ۳۹، شماره ۳؛

بر اساس نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون گام‌به‌گام، سه متغیر میانگین نقطه دمای شب‌نیم، میانگین سرعت باد و رطوبت نسبی رطوبت، سرعت باد و نقطه شبنم بیشترین تأثیر را بر پدیده گردوغبار دارند؛ بنابراین با مراجعه به‌ردیف شماره ۳ این جدول یعنی Model3 می‌توان بیان کرد که میزان همبستگی متغیر گردوغبار در یک ترکیب خطی با متغیرهای واردشده در معادله برابر با ۰/۴۵۱ است. همچنین ضریب تعیین حاصل برابر با ۰/۴۲۴ و ضریب تعیین تعدیل‌یافته برابر با ۰/۴۱۰ گزارش شده است؛ یعنی در واقع حدود ۴۱ درصد از واریانس متغیر انجام گردوغبار از طریق متغیرهای مستقل نبین و توجیه شده است و مابقی متعلق به دیگر متغیرهاست که در این پژوهش در نظر گرفته نشده است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به خلاصه‌ی نتایج و نمودارهای مربوطه، می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب مناسب چگونگی ثبت خروجی مدل تا چه اندازه می‌تواند در بهبود عملکرد مدل نقش داشته باشد. در مورد وقوع گردوغبار، هنگامی که مقدار به‌دست‌آمده از شبکه یا مدل، به مقدار یک نزدیک می‌شود وقوع آن محتمل‌تر است و هنگامی که این نوسان از مقدار صفر تجاوزی نداشته باشد یک رخداد با حداقل گردوغبار را انتظار داریم. اگرچه نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، مقداری بهتر از موارد مشابه است. اما قدر مطلق خطا در مرحله‌ی آزمون سریعاً افزایش می‌یابد و عددی با مرحله آموزشی یا ارزیابی نشان می‌دهد و نمی‌توان جواب درستی را ثبت کرد. اما این مقدار خطا در مرحله کل به کمترین مقدار خود نزدیک می‌شود و با اندکی تسامح می‌توان دقت شبکه را بالا فرض کرد. این مقدار در مدل رگرسیون گام‌به‌گام، که میزان همبستگی متغیر گردوغبار در یک ترکیب خطی با متغیرهای واردشده در معادله برابر با ۰/۴۵۱ است. همچنین ضریب تعیین حاصل برابر با ۰/۴۲۴ و ضریب تعیین تعدیل‌یافته برابر با ۰/۴۱۰ گزارش شده است؛ یعنی در واقع حدود ۴۱ درصد از واریانس متغیر انجام گردوغبار از طریق متغیرهای مستقل نبین و توجیه شده است. به نظر می‌رسد درباره

- ۱۳- منهاج، محمدباقر، مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)، نشر دکتر حسابی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.
- ۱۴- Tan, M., Li, X., Xin, L., 2014. Intensity Of Dust Storms In China From 1980 To 2007: A New Definition, Atmospheric Environment, 215-222.
- ۱۵- Haykin, S., ۱۹۹۴. Neural Networks, A Comprehensive Foundation. ۱st Ed. Macmillan College Publishing Company, New York, NY
- ۱۶- 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;
- ۱۷- Kaskaoutis, D.G., Kosmopoulos, P., Kambezidis, H.D., Nastos, P.T., 2007. Aerosol Climatology And Discrimination Of Different Types Over Athens, Greece Based On MODIS Data. Atmos. Environ. 41, 7315–7329.
- ۱۸- Zhang, G., Patuwo, B.E. And Hu, M.Y., ۱۹۹۸. Forecasting With Artificial Neural Network: The State Of Art, International Journal Of Forecasting, ۱۴: ۶۲-۳۵
- ۶- ذوالفقاری، حسن و حیدر عابدزاده، بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۳۸۴، شماره ۴۶؛
- ۷- رضایی بنفشه و همکاران، قمان، برآورد میزان گردوغبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در استان کردستان، فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۱۳۸۹، شماره ۱۸، صص ۱-۱۳؛
- ۸- طاووسی، تقی و اکبر زهرایی، مدل‌سازی سری‌های زمانی پدیده گردوغبار شهر اهواز، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۳۹۲، سال ۲۸، شماره ۲، پیاپی ۱۰۹، صص ۱۷۰-۱۵۹؛
- ۹- سمیرمی، سیاوش و همکاران، شناخت و بررسی عوامل مؤثر بر پدیده گردوغبار در غرب ایران، فصلنامه انسان و محیط‌زیست، ۱۳۹۲، شماره ۲۷، صص ۱۰-۱؛
- ۱۰- سبحانی، بهروز و همکاران، بررسی گردوغبار و ارزیابی امکان پیش‌بینی آن بر اساس روش‌های آماری و مدل ANFIS در ایستگاه زابل، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۳۹۴، شماره ۸، صص ۱۲۸-۱۲۳.
- ۱۱- علیجانی، بهلول، آب‌وهوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور تهران؛ ۱۳۷۶.
- ۱۲- قدیری، محمدرضا و سعید مشیری، مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۳۸۲، شماره ۱۲، صص ۹۷-۱۲۵؛