پیش بینی دماهای حداکثر روزانه با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (مطالعه موردی:کرمان)

شکوفه امیدی قلعه محمدی *[۱]، احمد مزیدی [۲] ، سودابه کریمی[۳] نجمه حسنی سعدی[٤]، محبوبه امیدی قلعه محمدی، حسن خراج پور[٦]

[۱]کارشناس ارشد اقلیم شناسی کاربردی، دانشگاه یزد، یزد ،ایران
[۲] دانشیار جغرافیای طبیعی و اقلیم شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
[۳] کارشناس ارشد اقلیم شناسی کاربردی، دانشگاه یزد،یزد، ایران
[۴] کارشناس ارشد اقلیم شناسی کاربردی، دانشگاه یزد، یزد ،ایران
[۵] کارشناس ارشد اقلیم شناسی کاربردی، دانشگاه سیستان و بلوچستان،زاهدان، ایران
[۶]دانشجو دکتری آب وهواشناسی کشاورزی ، دانشگاه خوارزمی، تهران ، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۹/۲۹

چکیده

با توجه به توانایی شبکه های عصبی مصنوعی در شبیه سازی فرایندهای بسیار پیچیده، از آن‌ها برای پیش بینی و محاسبه پارامترهای اقلیمی استفاده می‌شود. هدف این پژوهش نیز پیش بینی دمای حداکثر روزانه در استان کرمان می باشد. بدین منظور پارامترهای اقلیمی روزانه به عنوان ورودی شبکه های عصبی، و دمای حداکثر روزانه به عنوان خروجی شبکه، طی دوره آماری ۲۴ ساله (۲۰۱۳-۱۹۸۹) مورد استفاده قرار گرفته است نتایج این تحقیق بعد از آزمون شبکه، نشان داد که. شبکه پرسپترون چند لایه با توجه به میزان خطا و همبستگی بین داده‌ها از دقت بیشتری برخوردار است وخطای کمتر و همبستگی بیشتری نسبت به خروجی مورد نظر (دمای حداکثر روزانه) را نشان می‌دهد. همچنین از بین پارامترهای اقلیمی استفاده شده دمای حداقل و میانگین دمای تر نسبت به دیگر پارامترهای اقلیمی ورودی شبکه عصبی پیش بینی دمای حداکثر روزانه را با خطای کم و همبستگی بیشتری نشان می دهند.

کلمات کلیدی: دماهای حداکثر روزانه، پیش‌بینی، شبکه های عصبی مصنوعی، کرمان

* نویسنده عهده دار مکاتبات omidish118@yahoo.com

مقدمه

دما در کنار بارش از مهم‌ترین عناصر اقلیمی محسوب می گردد که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی نیز مؤثر است، همچنین دما از عوامل اصلی و اساسی در پهنه بندی و طبقه بندی اقلیمی محسوب می‌گردد، بر این اساس نوسانات و تغییرپذیری دما دارای اهمیت زیادی است که عوامل اقلیمی و جغرافیای زیادی از قبیل رطوبت، ابرناکی، سرعت باد، ارتفاع، دوری و نزدیکی به دریا و غیره در تغییرات آن نقش دارد. دمای حداکثر و حداقل از عناصر اساسی شناخت هوا می باشند. با توجه به دریافت نامنظم انرژی خورشیدی توسط زمین، دمای هوا در سطح زمین دارای تغییرات زیادی است که به نوبه خود سبب تغییرات دیگری در سایر عناصر هواشناسی می شود. این دو پارامتر دما از مهم‌ترین داده های ورودی برای تخمین تبخیر و تعرق روزانه، برآورد بیلان آبی و شبیه سازی اثرات تغییر اقلیم بر روی سیستم های منابع آب و کشاورزی می باشند (خورشید دوست و همکاران، ۱۳۹۰). باتوجه به تغییرات اقلیمی ،گرمایش جهانی و خشکسالی های اخیر، پیش بینی دماهای حداکثر به عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی فرصت مناسبی را برای برنامه ریزی و ارائه تمهیدات لازم در اختیاربرنامه‌ریزان قرارمی‌دهد. امروزه پژوهشگران با ابداع علومی همانند روش‌های هوشمند که ابزاری توانمند و انعطاف‌پذیر هستند، به دنبال راه‌هایی فراتر از روش‌های معمول برای شناخت و پیش بینی پارامترهای مهم هواشناسی هستند. شبکه‌های عصبی مصنوعی یکی از این روش-هاست که قادر به محاسبه توابع حسابی و منطقی هستند (خلیلی و همکاران، ۱۳۸۵). در این زمینه تحقیقات متعددی صورت گرفته است از جمله: جین*(۲۰۰۳) با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، دمای هوا را در منطقه جنوب جورجیا برای یک تا دوازده ساعت آینده پیش بینی کرد. امران و همکاران(۲۰۰٤) به پیش بینی سرعت باد، رطوبت نسبی و دما برای ٢٤ ساعت آینده در کانادا،ساسکاتچوان جنوبی با استفاده از مدل های پیش بینی شبکه های عصبی، پرسپترون، المن(ERNN) رادیال بیسیک(RBF)، هوپ فیلد(HFM)، و تکنیک های رگرسیونی پرداخته و به این نتیجه رسیدن که مدل (RBF) نسبت به ERNN و MLP برای پیش بینی سرعت باد، رطوبت نسبی و دما دقت بیشتری داشته و HFM دقت نستا کمتری دارد. کلیبالی †و همکاران(۲۰۰۷)، با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی مقادیر بارش، دمای حداکثر و حداقل روزانه را بازسازی نمودند. آن‌ها در تحقیق خود ٦ مدل شبکه عصبی را مورد استفاده قرار دادند و دریافتند که مدلMLP نسبت به بقیه مدل ها از دقت مناسب‌تری جهت بازسازی داد ه‌های بارش، دمای حداکثر و حداقل روزانه برخوردار است. رحمان و موهاندس‡(۲۰۰۸) نشان دادند که شبکه‌های عصبی قادرند تابش خورشیدی شهر ابهای عربستان سعودی را از طریق دما و رطوبت نسبی دوره آماری ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ برآورد نمایند. سانتوس §و همکاران(۲۰۱۰) روش شبکه عصبی را برای پیش بینی خشکسالی در سه منطقه از حوضه رودخانه سان فراسیسکو در شمال شرق برزیل به کار گرفتند. نتایج، دقت بالای مدل شبکه عصبی را تایید کرد. رسوب سان تان** و همکاران(۲۰۱۱) به ارزیابی اقلیم و پیش بینی کارآمد آب و هوا با استفاده از مدل RBF پرداختند و به این نتیجه

* Jain
† Coulibaly
‡ Mohandes
§ Santhosh
** Santhana

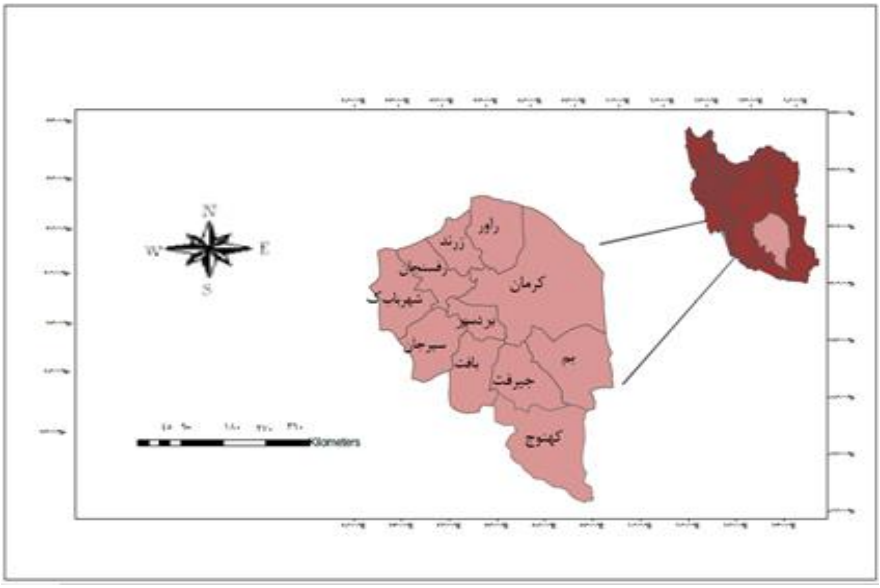
رسیدند که این مدل بادقت بیشتری(حدود ۸۸,٤۹ درصد) به پیش بینی پرداخته است. سیتی و ویبو* (۲۰۱۲) با استفاده شبکه‌های عصبی مصنوعی به پیش بینی مقدارآب رودخانه دانگن در مالزی پرداختند و با مقایسه بین شبکه‌های عصبی پس انتشار BPNN و NARX به این نتیجه رسیدند که شبکه عصبی NARX با پنج ورودی: بارش ماهانه، میزان تبخیر، درجه حرارت، رطوبت نسبی و دبی بهترین مدل برای پیش بینی سری زمانی است. سهیلی‌خواه و تشنه‌لب (۱۳۸۳) با استفاده از یک ساختار نوین پویای شبکه عصبی -فازی به پیشبینی حداکثر دمای روزانه پرداختند و با الگوریتم پیشنهادی خود، دقت پیش بینی را بالاتر بردند. رحمانی و تشنه لب (۱۳۸٤) ساختار جدیدی را بر اساس شبکه‌های عصبی مصنوعی با عنوان TD-CMAC که بسط یافته مدل مخچه یا۱۱ ۱۲CMAC است، مطرح و از آن برای پیشبینی مقادیر حداقل و حداکثر دمای روزانه استفاده نمودند . علیجانی و قویدل رحیمی(۱۳۸٤) با استفاده از روش‌های رگرسیون خطی و شبکه های عصبی مصنوعی، به مقایسه و پیشبینی تغییرات سالانه دمای تبریز با ناهنجاری‌های دمایی کرۀ زمین پرداختند. رحیمی خوب و همکاران (۱۳۸٦) با بهره گیری از مدل شبک ههای عصبی مصنوعی، دقت پیش بینی دمای بیشینه هوای استان خوزستان را مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل شبکه عصبی با ساختار ٦ نرون در لایه ورودی (شامل ٤ باند ماهواره نوا، روزشمار سال و ارتفاع زمین) و ۱۹ نرون در لایه پنهان، بهترین مدل است و ۹۱/٤ درصد نتایج را با دقت ۳ درجه سانتیگراد پیش بینی کردند. خوشحالی دستجردی و حسینی(۱۳۸۹)، به شبیه سازی عناصر اقلیمی و پیش بینی سیکل خشکسالی در استان اصفهان پرداخته است. نتایج حاصل از تحقیق وی، نشان می دهد که در میان پارامترهای اقلیمی، دمای پیشینه، دبی و بارش، نقش مثبتی در پیش بینی خشکسالی های استان اصفهان داشته، با کاربرد شبکه عصبی مصنوعی می توان با دقت بالای۹۵ درصد، سیکل خشکسالی استان را پیش بینی نمود. اسفندیاری درآباد و همکاران(۱۳۸۹) میانگین دمای ماهانه ایستگاه سینوپتیک سنندج را با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه پیش بینی کردند و به این نتیجه رسیدند که این شبک ها در پیش بینی میانگین دمای ماهانه در این پژوهش کارایی لازم را دارند. درونه و قادری(۱۳۸۹)، به پیش بینی میانگین دمای هوا با استفادها از شبکه ی عصبی پرداختند و نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که که شبکه چند لایه ی پرسپترونی مدل قابل اطمینانی برای پیش بینی میانگین دمای هوای است و همچنین افزایش تعداد الگوهای ورودی تاثیر مستقیمی بر دقت پیش بینی دارد. خورشید دوست و همکاران(۱۳۹۱)، برای بازسازی دمای حداکثر و حداقل روزانه با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه و شبکه های عصبی در غرب استان تهران برای کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه روش شبکه های عصبی متوسط خطای کمتری را نسبت به روش نزدیک ترین همسایه دارد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان کرمان در جنوب شرقی فلات ایران بین ٥٤ درجه و ۲۱ دقیقه تا ٥۹ درجه و ۳٤ دقیقه طول شرقی و ۲٦ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و ٥۸ دقیقه عرض شمالی با مساحت ۱۸۲۳٤۹کیلومتر مربع واقع شده است.. شکل(۱)، موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

* Siti Hajar Antoin



شکل(۱) موقعیت منطقه مورد مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق ابتدا آمار داده‌های ایستگاه هواشناسی کرمان از سایت هواشناسی استان طی دوره آماری ۲٤ ساله(۲۰۱۳-۱۹۸۳)، اخذ گردید. اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق شامل دمای روزانه می باشد. پس از استخراج داده‌های مربوط به منظور دستیابی به نتایج قابل اعتماد در تجزیه و تحلیل سری‌ها و اطمینان از تصادفی بودن داده‌ها همگنی سری‌ها مورد ارزیابی قرارگرفت. در این تحقیق برای آزمون همگنی داده‌ها از روش نموداری به کمک نرم‌افزار Spss همگنی داده‌ها مورد تأیید قرار گرفت. در این تحقیق، دو شبکه عصبی از نوع بازگشتی و پرسپترون مورد آزمون قرار گرفتند. پارامتر های اقلیمی شامل حداقل دما، سرعت باد، رطوبت نسبی، سمت باد، ساعات آفتابی و میانگین فشار به عنوان ورودی های این شبکه‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند. خروجی شبکه نیز میزان حداکثر دما روزانه می باشد. پس از بررسی شاخص های عملکرد شبکه از جمله میانگین مربعات خطا و ضریب همبستگی دقت پیش بینی مورد بررسی قرارفت.

بحث و نتایج

با توجه به اینکه استان کرمان از خشک ترین مناطق ایران محسوب می شود و دارای ویژگی‌هایی مانند دما بالا، بارش کم، زاویه تابش زیاد و پوشش گیاهی فقیر است، با افزایش دما نیاز به آب بیش‌تر و احتمال خشکسالی در این استان بیش‌تر می‌شود. همچنین مشکلات زیادی در بخش‌های صنعت، کشاورزی و اقتصاد به وجود می‌آورد. بنابراین پیش‌بینی دماهای حداکثر در این منطقه اهمیت زیادی دارد. در این تحقیق سعی شده است دماهای حداکثر ایستگاه کرمان طی دوره آماری (۲۰۱۳-۱۹۸۹) برای ارزیابی عملکرد این مدل‌ها، با داده های واقعی، برآورد و تحلیل و مدل مناسب ارائه گردد.

تعیین متغیر های ورودی

دقت و صحت خروجی شبکه عصبی وابسته به انتخاب پارامترهای ورودی مناسب می باشد. هر مقدار پارامتر های ورودی ارتباط بیشتری با خروجی مورد نظر داشته باشند، خروجی مدل به خروجی واقعی نزدیکتر خواهد شد. بدین منظور در این تحقیق با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون میزان همبستگی بین هرکدام از پارامترهای اقلیمی با دمای حداکثر طی دوره آماری۲٤ساله مورد بررسی قرار گرفت و پارامترهایی که بیشترین همبستگی با پارامتر مورد نظر را داشتند به عنوان ورودی شبکه عصبی انتخاب گردیدند. بر اساس ضریب همبستگی پیرسون طبق جدول (۱) پارامترهای ورودی مدل عبارتند از میانگین فشار، بیشترین فشار، کمترین فشار، حداقل دمای مطلق، تبخیر، میانگین دمای تر، میانگین رطوبت، بیشترین رطوبت، کمترین رطوبت و رطوبت ساعت۳ ، که ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش شبکه و ۳۰درصد برای اعتبارسنجی و تست شبکه استفاده شده است. به منظور ارزیابی عملکرد شبکه های عصبی مصنوعی با ورودی های مختلف سعی شده است که شبکه‌ای با کمترین خطا بیشترین همبستگی معرفی شود.

جدول(۱)، ضریب همبستگی پیرسون ایستگاه های مورد مطالعه (۲۰۱۳-۱۹۸۹).

ضریب پیرسون	میانگین فشار	بیشتری ن فشار	کمترین فشار	حداقل دمامطلق	حداقل دماخاک	میانگین دما	تبخیر	میانگین دماتر	میانگین رطوبت	بیشترین رطوبت	کمترین رطوبت	ت۳
کرمان	-.482**	-.473*	-.451**	.854**	.823**	.965**	-.672**	.907**	-.779**	-.727**	-.610**	-.76*

به منظور طراحی ساختار بهینه شبکه های عصبی ساختارهای گوناگونی اجرا شده است، سپس از بین حالت های گوناگون، ساختاری که در آن بیشترین همبستگی و کمترین خطا وجود داشت انتخاب گردید. در این تحقیق به منظور بررسی اثر پارامترهای مختلف ورودی، از ۳٤ ساختار مختلف برای ورودی شبکه های عصبی استفاده شده است و برای هر دو شبکه عصبی جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است. معیارهای مورد بررسی خطای شبکه و میزان همبستگی خروجی مدل با خروجی واقعی است که مقداری در بازه‌ی (۰ تا ۱)، دارد. هر میزان خطای شبکه کمتر (نزدیک به صفر) و میزان همبستگی بالاتر باشد مدل مناسب تر می باشد.

نتایج شبکه عصبی پرسپترون(MLP)

برای بدست آوردن بهترین ترکیب از پارامترهای ورودی به بررسی حالات مختلف بر روی داده‌های ایستگاه کرمان پرداخته شده است. در جدول(۲)، نتایج به دست آمده از شبکه پرسپترون چندلایه برای ۳٤ نوع ساختار مختلف ورودی برای ایستگاه کرمان آورده شده است. بررسی نتایج ۱۲ سطر اول نشان می‌دهد که میانگین دمای تر بیشترین تأثیر در

خروجی مورد نظر(دمای حداکثر)، را دارد و در ادامه با در نظر گرفتن خطای مدل در ترکیب‌های مختلف مشاهده می‌شود که ترکیب‌های ۲۹ به بعد کمترین خطا را داشته‌اند.

نتایج شبکه عصبی بازگشتی(NARX)

در جدول(۲)، نتایج به دست آمده از شبکه عصبی بازگشتی برای ۳٤ نوع ساختار مختلف ورودی برای ایستگاه کرمان آورده شده است. در این بخش نتایج بسیار به یکدیگر نزدیک می باشند. اما با توجه به جدول(۲)، بهترین نتیجه مربوط به سطر ۱۳ می‌باشد، یعنی بهترین ترکیب در این ایستگاه مربوط به پارامترهای میانگین فشار و حداقل دما می‌باشد.

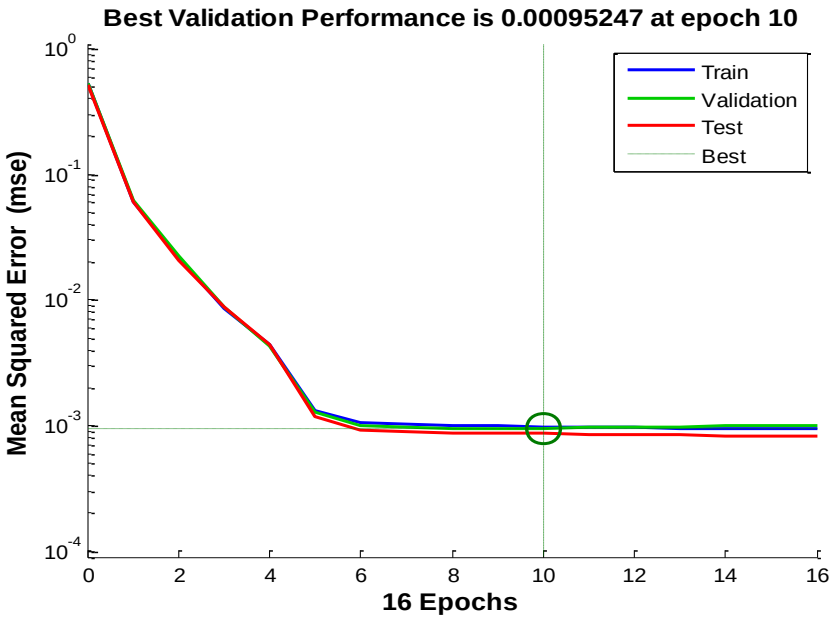
جدول(۲)، نتایج شبکه‌های عصبی پرسپترون و شبکه‌های عصبی بازگشتی در ایستگاه کرمان

کرمان			کرمان		
رگرسیون(R)	خطا(MSE)	نام ایستگاه و شبکه استفاده شده	رگرسیون(R)	خطا(MSE)	نام ایستگاه وشبکه استفاده شده
۰,۹٦۸	۰,۰۰۱۸۷	NARX۱	۰,۰٥۳٦	۰,۰۲٤۰	MLP۱
۰,۹٦٤	۰,۰۰۲۰۹	۲	۰,٥۲٥	۰,۰۳۰۰	۲
۰,۰۰۹٥۳	۰,۰۰۲٦۱	۳	۰,٤۸٤	۰,۰۲۳٥	۳
۰,۹٦٤	۰,۰۰۲۰	٤	۰,۸۳٥	۰,۰۰۸۱۰	٤
۰,۹۳٦	۰,۰۰۲۲	٥	۰,۸۱۲	۰,۰۱۰۲	٥
۰,۹٦٤	۰,۰۰۲۱٦	٦	۰,۸۱۹	۰,۰۱٤۰	٦
۰,۹٦۸	۰,۰۰۱۹۰	۷	۰,٦۳٦	۰,۰۱٦	۷
۰,۹٦۲	۰,۰۰۲۲٥	۸	۰,۹٤	۰,۰۰٥۳	۸
۰,۹٥۱	۰,۰۰۳۰۰	۹	۰,۸۰٦	۰,۰۱۰٥	۹
۰,۹٦۲	۰,۰۰۲۳	۱۰	۰,۷۲٤	۰,۰۱٤۰	۱۰
۰,۹٦۳	۰,۰۰۲۲	۱۱	۰,٦٦۳	۰,۰۱٦٥	۱۱
۰,۹٦۰	۰,۰۰۲٤۲	۱۲	۰,۰۱۲۰	۰,۰۱۲۰	۱۲
۰,۹۷۱	۰,۰۰۱۷٥	۱۳	۰,۸۸۰	۰,۰۰٦۳۸	۱۳

۰,۹۵۱	۰,۰۰۲۹۶	۱٤	۰,۸٤۳	۰,۰۰۸۸۱	۱٤
۰,۹٦٦	۰,۰۰۲۰	۱٥	۰,۷٦۹	۰,۰۱۲۰	۱٥
۰,۹٦٥	۰,۰۰۲۱۲	۱٦	۰,۷۰۳	۰,۰۰٦٥	۱٦
۰,۹٦٦	۰,۰۰۲۰	۱۷	۰,۹۲۳	۰,۰۰٤٦۸	۱۷
۰,۹٥٤	۰,۰۰۲۱	۱۸	۰,۹٥۱	۰,۰۰۳۰	۱۸
۰,۹۲۲	۰,۰۰۲۳۰	۱۹	۰,۹۳٦	۰,۰۰۳۷	۱۹
۰,۹٦۲	۰,۰۰۲۳	۲۰	۰,۹٥٥	۰,۰۰۲٦۲	۲۰
۰,۹٦۳	۰,۰۰۲۱۸	۲۱	۰,۹۷۹	۰,۰۰۱۳	۲۱
۰,۹٦۸	۰,۰۰۱۸۹	۲۲	۰,۹٤٦	۰,۰۰۳۱	۲۲
۰,۹٦٥	۰,۰۰۲۰	۲۳	۰,۹٥۷	۰,۰۰٦٥۱	۲۳
.۰۹٦۹	۰,۰۰۲۲	۲٤	۰,۹۱۱	۰,۰۰٥۲	۲٤
۰,۹٦٥	۰,۰۰۲۰	۲٥	۰,۹٥۸	۰,۰۰۲۷٤	۲٥
۰,۹٦٦	۰,۰۰۲۲	۲٦	۰,۹٥۳	۰,۰۰۲۷	۲٦
۰,۹٦٤	۰,۰۰۱۹۹	۲۷	۰,۹٥۷	۰,۰۰۲٥۷	۲۷
۰,۹٦۲	۰,۰۰۲٦٥	۲۸	۰,۹۷۸	۰,۰۰۳۱۲	۲۸
۰,۹٦۷	۰,۰۰۱۹۳	۲۹	۰,۹۸۰	۰,۰۰۰۹٥٤	۲۹
۰,۹٦٦	۰,۰۰۲۰	۳۰	۰,۹۸٤	۰,۰۰۰۹٦۳	۳۰
۰,۹٦٥	۰,۰۰۲۱۱	۳۱	۰,۹٦۸	۰,۰۰۰۸٥	۳۱
۰,۹٦۷	۰,۰۰۱۹۷	۳۲	۰,۹۸٥	۰,۰۰۰۸۸۹	۳۲
۰,۹۷۰	۰,۰۰۱۷٥	۳۳	۰,۹٦۳	۰,۰۰۰۷۷۲	۳۳
۰,۹٦٥	۰,۰۰۲۰	۳٤	۰,۹۸۷	۰,۰۰۰۷٤٦	۳٤

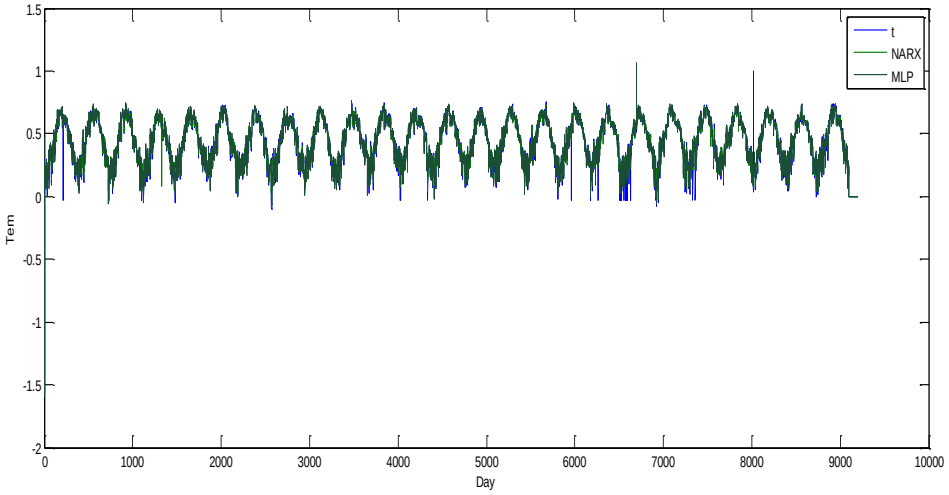
تعیین بهترین خروجی با مقایسه نتایج حاصل از دو مدل شبکه عصبی تست شده

بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه دو مدل شبکه عصبی استفاده شده بهترین خروجی مربوط به شبکه MLP و حاصل ترکیب پارامترهای ورودی، میانگین فشار ، دمای حداقل، کمترین فشار ، دمای حداقل خاک، میانگین دما، میانگین رطوبت، بیشترین رطوبت، کمترین رطوبت، رطوبت ساعت۳، تبخیر و میانگین دمای تر می باشد.



شکل(۲) نمودار خطای مدل حاصل ترکیب دو شبکه عصبی ایستگاه درکرمان

این منحنی تغییرات خطای مدل در تکرارهای مختلف برای محورهای آموزش، اعتبارسنجی و تست را نشان می دهد. همچنین این منحی نشان دهنده کم شدن خطا در طی فرایند آموزش می باشد که نشان دهنده آموزش خوب مدل بوده است، دایره واقع در این تصویر نشان می‌دهد که خطا در مجموعه اعتبار سنجی شروع به افزایش کرده که نشان دهنده شروع بیش برازش می باشد. در این نقطه مدل آموزش را متوقف کرده و مدل آموزش دیده، متناظر با این نقطه به عنوان خروجی آموزش می باشد.



شکل (۳) مقایسه نتایج شبکه عصبی های استفاده شده و داده های واقعی در ایستگاه کرمان

نتیجه گیری

دما یکی از عناصر اقلیمی‌ست که به دلیل ارتباط آن با دیگر پارامترهای اقلیمی اطلاع از وقوع تغییرات و پیش‌بینی آن می‌تواند برنامه ریزی را برای آینده آسان‌تر نماید. در مجمع می‌توان گفت که پدیده‌های اقلیمی نظیر دما، بارش، تبخیر و تعرق و فشار و... داری روند غیر خطی می‌باشند. به عبارتی در طی زمان تغییر می‌کنند. بنابراین برای پیش‌بینی و برآورد آن‌ها به نظر می‌رسد که شبکه‌های عصبی مصنوعی بهتر از مدل‌های دیگر عمل می‌کند. نتایج حاصل از این تحقیق بعد از آزمون دو شبکه نشان می‌دهد که، با توجه به خطای کم (MSE)و همبستگی بالا (R) بین داده های واقعی و دماهای پیش بینی شده با مدل های استفاده شده از شبکه های عصبی مصنوعی، توانمندی شبکه های عصبی را برای پیش بینی دماهای حداکثر نشان می دهد. و شبکه عصبی(MLP)، نسبت به شبکه عصبی(NARX) ، با توجه به میزان خطای کمتر و همبستگی بیشتر بین داده‌ها از دقت بیشتری برخوردار است، و در مقایسه با شبکه عصبی بازگشتی با خطای کم و هبستگی زیاد در ایستگاه کرمان دارای خطای کمتری می باشد. و همچنین براساس نتایج بدست آمده پارامترهای میانگین دمای تر، دمای حداقل و میانگین دمای خاک بیشترین همبستگی و کمترین خطا را با مدل های استفاده شده در شبکه های عصبی مصنوعی را داشتند. و پارامترهای بیشترین فشار ایستگاه، میانگین فشار و کمترین فشار ایستگاه نسبت به بقیه پارامترها همبستگی کمتر و خطای بیشتری برای خروجی مورد(دمای حداکثر)، را نظر داشتند.

منابع و مآخذ

۱- اداره کل هواشناسی استان کرمان

۲- اسفندیاری درآبادی، فریبا، حسینی، سید اسعد، آزادی مبارکی، محمد، حجازی زاده، زهرا،۱۳۸۹، پیش بینی میانگین دمای ماهانه ایستگاه سینوپتیک سنندج با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، سال هشتم، صص ۲۷-٤٥.

۳- خلیلی، نجمه، خداشناس، سعیدرضا وکامران داوری،۱۳۸۵، پیش بینی بارش با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، مجموعه مقالات دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه اصفهان.

۴- خورشید دوست، علی، نساجی زواره، مجتبی و باقرقرمز چشمه،۱۳۹۱، بازسازی سری های زمانی دمای حداکثر و حداقل روزانه با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه و شبکه عصبی، فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، سال دوازدهم، شماره۳۸ص۲۱٤-۱۹۷.

۵- خوشحال دستجردی، جواد، کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در شبیه سازی عناصر اقلیمی و پیش بینی سیکل خشکسالی استان اصفهان، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۳۰ ، شماره پیاپی .۰۲۹۱ ، ۲۱ ، ص ۰۳۱:۰۷۱

۶- درونه، امیرحسین، قادری، امیرحسین، پیش بینی میانگین دمای هوا با استفادها ز شبکه ی عصبی منظم،۱۳۸۹، چهارمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، دانشگاه زنجان، صص۱-۵.

۷- رحمانی، امیر مسعود، تشنه لب، محمد،۱۳۸٤، پیش بینی‌های دمای روزانه هوا با استفاده از شبکه عصبی، مجله بین المللی علوم مهندسی(انگلیسی)، جلد ١٦، شماره ۳، دانشگاه علم وصنعت ایران، صص۸-۱.

۸- رحیمی خوب، علی، بهبهانی، محمدرضا و محمدهادی نظریفر،۱۳۸٦، پیش بینی دمای هوای استان خوزستان براساس داده های ماهواره نوا و مدل شبکه عصبی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ج ۱۱ ،ش ٤۲ (ب). دانشگاه صنعتی اصفهان، صص ٤٦٤-۳۵۷.

۹- سهیلی خواه، سعید، تشنه لب، محمد،۱۳۸۳، پیش بینی حداکثر دمای روزانه با استفاده از یک ساختار نوین پویای شبکه عصبی- فازی، مجموعه مقالات ششمین کنفرانس سیستم‌های هوشمند، دانشگاه شهید باهنر کرمان، صص ۱۵۳-۱٤۷.

۱۰- علیجانی، بهلول، قویدل رحیمی، یوسف،۱۳۸٤، مقایسه و پیش بینی تغییرات دمای سالانه تبریز با ناهنجاری‌های دمایی کره‌ی زمین با استفاده از روش‌های رگرسیون خطی و شبکه‌های عصبی مصنوعی، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ٦،صص ۲۱-۳۸.

11- Coulibaly, P., Dibike, Y. B., & Anctil, F. (2007). Downscaling precipitation and temperature with temporal neural networks. Journal of Hydrometeorology, 6(4), 483-496.

12- Imran,Maqsood, M .Riaz Khan ,Ajith. A.(2004) An ensemble of neural networks for weather forecasting", Neural omputing & Applications, Vol 13, (2),

13- Jain, A. 2003. Predicting Air Temperature For Frost Warning Using Artificial Neural Network, A Thesis Submitted to the Graduate Faculty of The University of Georgia in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree MASTER OF SCIENCE, ATHENS,GEORGIA, 92 P.

14- Rehman, S., Mohandes, M., 2008. Artificial neural network estimation of global solar radiation using air temperature and relative humidity, Energy Policy 36, pp 571–576.

15- Santhana, T. ,and Sobhajini, A.C. , (2011) ;An Effacient Weather Forecasting Sistem using Radial Basis Function Neural Network, Journal of Computer Sciense7(7) : 962-966.

16- Santhosh M.,Kadar SH., 2010, An efficient Weather Forecasting system using Artificial Neural Network,.International Journal of Environmental Science and development.Vol.1. No.4,pp.321-325

17- Siti, H, A., and Wibowo,A. ,(2011) ; Neural Networks Based Nonlinear Time Series Regression for Water Level Foricasting of Dangun River,Department of Modeling and Industrial Computing Faculty Computer Science and Informiton Sistems, University Teknologi Malaysia (UTM) , Johor Baharu, Johor, 81310, Malaysia, pp.1506-15013.

Estimating Daily Maximum Temperatures Using Artificial Networks (Case study: Kerman)

Abstract

Considering the capability of the artificial neural networks in simulating sophisticated processes, it is being used in estimation and computation of climatic parameters. The goal of this research is to estimate the daily maximum temperature in Kerman province. To this aim, daily climatic parameters as input to the neural networks and daily maximum temperature as the output during a statistical period of 24 years (1989-2013) were used, the findings revealed that the output of the multi-layer perceptron neural network, considering the error amount and correlation among data, is more precise and shows lower error and more correlation in relation to the expected output (daily maximum temperature). Also, among other climatic parameters, minimum temperature and the average of the wet temperature indicated the estimation of the daily maximum temperature with lower error and more correlation in comparison to other climatic parameters.

Key words: daily maximum temperatures, estimation, artificial neural networks, Kerman.