



## مدل‌سازی پیش‌بینی سرماهای دیررس بهاره در شهرستان سقز با استفاده از

### مدل پرسپترون چند لایه (MLP)

فریبا اسفندیاری درآباد<sup>۱</sup>، سید اسعد حسینی<sup>۲</sup>، حمزه احمدی<sup>۳</sup>، کاوه محمدپور<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

fariba\_sfandyary@yahoo.com

تلفن تماس: ۰۹۱۸۸۷۶۰۲۵۵

۲- دانشجوی دکترای اقلیم‌شناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

Hosseini.asad8@gmail.com

۳- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی و مدرس دانشگاه پیام نور بوئین زهرا، بوئین زهرا، ایران

Hamzehahmadi2009@gmail.com

۴- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

kaweh\_52@yahoo.com

### چکیده

تنش دماهای پایین عامل اصلی محدود کننده بسیاری از فعالیت‌های کشاورزی اعم از زراعت و باغداری است، که هر ساله خسارات زیادی را به محصولات کشاورزی وارد می‌سازد. آگاهی از احتمال وقوع این دماها برای جلوگیری از خسارات وارده بر محصولات دارای اهمیت بسزایی است. در برنامه‌ریزی‌های مختلفی که در ارتباط با اقلیم‌شناسی است اقلیم‌شناسان سعی می‌کنند با تجزیه و تحلیل داده‌های یک یا چند متغیر اقلیمی در گذشته، به قوانین و مدل‌هایی دست یابند که بر این اساس وضعیت آن را در آینده پیش‌بینی کنند، یکی از روش‌های مذکور شبکه‌های عصبی مصنوعی از مؤلفه‌های هوش مصنوعی است که امروزه به طور وسیع در زمینه مدل‌سازی و پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این پژوهش مدل‌سازی پیش‌بینی سرماهای دیررس بهاره ایستگاه سینوپتیک سقز با استفاده از مدل پرسپترون چند لایه (MLP) مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. بدین منظور از متغیرهای میانگین ماهانه حداقل و حداکثر دما، میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی، مجموع ساعات آفتابی و میانگین مجموع بارش ماهانه طی دوره آماری ۲۳ ساله (۱۹۸۵-۲۰۰۷) جهت پیش‌بینی دماهای حداقل ماه‌های آوریل و می سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ و مقایسه آن با داده‌های واقعی استفاده گردید. جهت این کار از امکانات و توابع موجود در نرم افزار MATLAB بهره‌گرفته شد سپس به بررسی شاخص‌های عملکرد شبکه از جمله ضریب تعیین و همبستگی و درصد خطای نسبی پرداخته شد. نتایج بدست آمده، ضمن تأیید توانایی مدل پرسپترون چندلایه نشان داد که حداکثر خطای این مدل با داده‌های واقعی کمتر از ۰/۸ درجه سلسیوس است که توانایی قابل توجه مدل شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی پیش‌بینی دماهای حداقل را نشان می‌دهد. که از نتایج آن می‌توان در اجرای روش‌های مقابله با سرماهای دیررس بهره گرفت.



واژه‌های کلیدی: اقلیم، پیش‌بینی، دمای حداقل، سقز، شبکه عصبی مصنوعی

## مقدمه

درجه حرارت یکی از مهم‌ترین متغیرهای کلیدی در زندگی گیاهان است برای هر یک از گونه‌های مختلف دمایی وجود دارد که کمتر از آن درجه، رشد و نمو گیاه ممکن نیست که همان حداقل دمای رشد می‌باشد. سرمازدگی به عنوان یک عامل تهدید کننده هر ساله خسارت‌های جبران ناپذیری را به بخش کشاورزی در بیشتر نقاط جهان وارد می‌سازد. اطلاعات قابل اعتماد از دمای حداقل قبل از وقوع یخبندان می‌تواند در کاهش اثرات نامطلوب در گیاهان با به کارگیری معیارهای مناسب گرمادهی و استفاده از آبیاری و غیره مفید واقع گردد (اشنایدر و ملوابلور، ۲۰۰۵ به نقل از سیاری و همکاران، ۱۳۸۹). به طور کلی سرما از دو نظر به گیاه آسیب می‌رساند، یکی صدماتی است که در اثر پایین آمدن درجه حرارت محیط تا دمای صفر درجه سلسیوس (سرمازدگی) و دیگری صدمات حاصله از یخبندان و یا کاهش دما به پایین‌تر از صفر درجه (یخ زدگی) بر گیاه وارد می‌شود (لین و ساکای، ۱۹۸۱ به نقل از خلجی، ۱۳۸۰). زارعین و باغداران در تمام ایام سال به خاطر یخبندان های زودرس پاییزه و دیررس بهاره دچار خسارات و صدمات زیادی به محصولات خود می‌شوند برای مقابله با این حوادث معمولاً دو روش کنترل وجود دارد. روش اول کنترل فعال است که در آن از تکنیک‌های مختلفی نظیر وسایل گرم‌کننده، سیستم‌های آبیاری بارانی، مواد شیمیایی و غیره بهره‌گیری می‌شود. روش دوم استفاده از اطلاعات اقلیمی جهت تصمیم‌گیری در مدیریت مزرعه است (رسول زادگان، ۱۳۷۰). در همه این روش‌ها نیاز به آگاهی از احتمال وقوع دماهای حداقل و یخبندان می‌باشد تا از نظر اقتصادی و استراتژیکی، تصمیم‌گیری لازم در مورد مدیریت کشت، حفاظت از مزرعه و برداشت محصول انجام شود در نیم قرن گذشته نیز هواشناسان با مشکل پیش‌برد روش‌های پیش‌بینی دمای حداقل رو به رو هستند اکثر تکنیک‌های ارائه شده روش کاربردی را بطور کامل فراهم نمی‌سازند و نیازمند تغییر مقادیر پارامترهای فرمولاسیون معادلات به کار برده شده داشته در عین حال به نوعی آنها را می‌توان کمک به اقلیم شناسی در پیش‌گویی نام‌گذاری کرد برای پیش‌بینی دمای حداقل عمدتاً از روش‌های آماری و شبکه‌های عصبی و ساخت مدل‌های ریاضی مبتنی فیزیک محیط استفاده شده است (سیاری و همکاران، ۱۳۸۹). پیش‌بینی دقیق حداقل دما برای پیش‌بینی زمان وقوع و شدت یخبندان در دستیابی به استراتژی‌های کاهش آسیب رسانی به گیاهان بسیار مؤثر است بنابراین ضرورت ارائه مدلی مناسب جهت پیش‌بینی دماهای حداقل اهمیت پیدا می‌کند و متقابل آن می‌توان اقدامات حفاظتی و پیش‌گیرانه جهت مصون ماندن نسبی از خطرات این پدیده را مطرح نمود. یکی از روش‌های شناخته شده جهت پیش‌بینی استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی است که ابزار مطمئنی نشان داده است (سیاری و همکاران، ۱۳۸۹). شبکه عصبی ابزار محاسباتی است که به صورت سخت افزاری و یا نرم افزاری برای شبیه سازی عملکرد مغز انسان به کار گرفته می‌شود. شبکه عصبی متشکل از سلول‌های عصبی ساده‌ای است که با یکدیگر در ارتباط هستند. این سلول‌های عصبی که عملکرد سلول‌های طبیعی مغز انسان را شبیه سازی می‌کنند، اطلاعات ورودی را از گیرنده‌های حسی و یا سلول‌های مصنوعی دیگر گرفته و پس از انجام یک سری پردازش ساده بر روی آن، به سلول‌های دیگر منتقل می‌کنند از مجموعه عملکرد این سلول‌ها عملکرد کل شبکه نتیجه می‌شود. در هر شبکه سلول‌های عصبی در لایه‌های مختلف قرار می‌گیرند. عملکرد سلول‌ها در هر لایه بطور موازی و در لایه‌های متوالی به صورت سری انجام می‌شود (منهاج، ۱۳۸۴). جین (۲۰۰۳) دمای هوای را برای هشدار درباره یخبندان در منطقه جنوب جورجیا با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای



یک تا دوازده ساعت آینده پیش‌بینی کرد. رحمان و موهاندس<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) از دما و رطوبت نسبی با دوره آماری از ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ جهت برآورد تابش خورشیدی در شهر آبهای<sup>۲</sup> عربستان سعودی استفاده کردند. کادناس و ریورا<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) با به کار بردن تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی در مناطق لاونتا، اوزاکا و مکزیکو سرعت باد را برای کوتاه مدت با دقت بسیار خوبی پیش‌بینی کردند. سنکال و کوللی<sup>۴</sup> (۲۰۰۹) با استفاده شبکه‌های عصبی مصنوعی و داده‌های ماهواره‌ای، تابش خورشید را در کشور ترکیه برآورد کردند. حسینی (۱۳۸۸) با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی به برآورد و تحلیل دماهای حداکثر شهرستان اردبیل پرداخت و دمای حداکثر برای سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶ میلادی را با اختلاف ۰/۸۳ درجه سلسیوس و همبستگی ۰/۹۹ درصد با دمای واقعی برآورد کرد. اسفندیاری و همکاران (۱۳۸۹) به پیش‌بینی میانگین دمای ماهانه ایستگاه سینوپتیک سنندج با استفاده از مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه پرداختند. نتایج بدست آمده نشان دهنده‌ی کارایی مناسب و دقت قابل قبول شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی دما می‌باشد لذا با توجه به اهمیت پیش‌بینی دماهای حداقل بخصوص در منطقه مورد مطالعه، در این پژوهش سعی خواهد شد دماهای حداقل شهرستان سقز به منظور پیش‌بینی سرماهای دیررس بهاره با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی از نوع پرسپترون چندلایه مدلسازی، پیش‌بینی و تحلیل گردد.

## مواد و روش‌ها

### ۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان سقز با وسعت ۴۵۱۴ کیلومتر مربع در شمال استان کردستان در غرب کشور در ارتفاع ۱۵۲۲/۸ از سطح دریا قرار گرفته است (شکل ۱). از لحاظ مختصات جغرافیایی در ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد. و جمعیت آن بر اساس آخرین سرشماری رسمی در سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۲۰۸۴۲۵ نفر می‌باشد (سالنامه آماری استان کردستان، ۱۳۸۸). جهت این بررسی از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک سقز استفاده گردیده است که مشخصات آن در جدول (۱) آورده شده است.

1 -Rehman and Mohandes  
2 -Abha City  
3 -Cadenas and Rivera  
4 -Senkal and Kuleli



شکل ۱- موقعیت شهرستان سقز در کشور و استان کردستان

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه هواشناسی منطقه مورد مطالعه

نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	دوره آماری
سینوپتیک	۴۶° ۱۶"	۳۶° ۱۵"	۱۵۲۲/۸	۱۹۸۵-۲۰۱۰

شهرستان سقز یکی از نقاط کوهستانی و سردسیر استان کردستان است که هوای آن در زمستان بسیار سرد و در تابستان نسبتاً معتدل می‌باشد بررسی‌های دمایی ایستگاه سینوپتیک سقز در دوره آماری مورد بررسی (۱۹۸۵-۲۰۱۰) نشان داد که متوسط دمای سالانه ۱۰/۹ درجه سلسیوس می‌باشد و میانگین حداقل دمای سالانه ۲/۹ درجه سلسیوس است که کمترین مقدار آن مربوط به سال ۱۹۹۲ میلادی با ۰/۴ و بیشترین مقدار آن مربوط به سال ۱۹۸۶ میلادی با ۶/۱ درجه سلسیوس است کمترین و بیشترین مقدار ماهانه‌ی آن نیز به ترتیب مربوط به ماه ژانویه (دی دماه) با ۷/۹- و ماه جولای (تیر ماه) با ۱۳/۵ درجه سلسیوس است. مشخصات دمایی دوره آماری مورد بررسی در جدول (۲) آورده شده است.

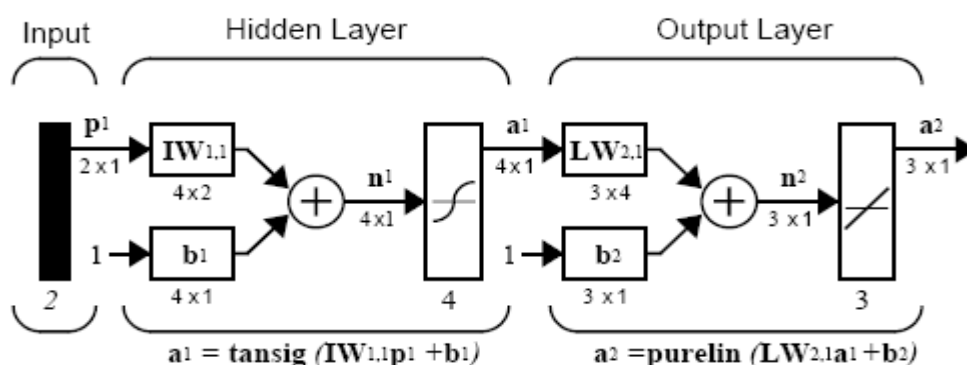
جدول ۲- مشخصات آماری دمای ایستگاه سینوپتیک سقز بر حسب درجه سلسیوس

دوره آماری	میانگین دمای سالانه	حداکثر دمای سالانه	میانگین حداقل دمای سالانه	حداکثر مطلق دما	حداقل مطلق دما	دامنه تغییرات میانگین دمای سالانه
۱۹۸۵-۲۰۱۰	۱۰/۹	۱۸/۹	۲/۹	۴۰	-۳۳	۶/۹

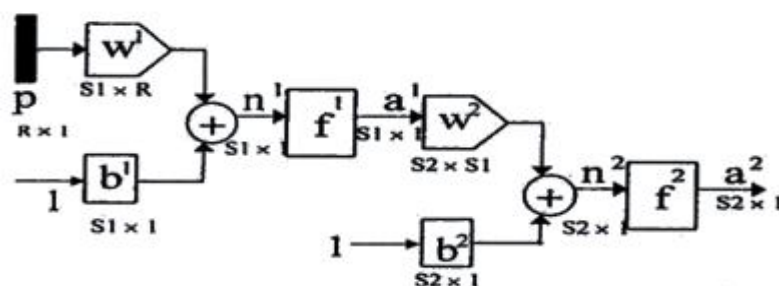
۲- شبکه‌های عصبی مصنوعی



شبکه‌های عصبی مصنوعی یک سیستم پردازشگر اطلاعات توده‌ای هستند که به صورت موازی قرار گرفته‌اند و عملکردی شبیه شبکه عصبی مغز انسان دارند (هاپفیلد، ۱۹۸۲) در این روش سعی می‌شود بر اساس روابط ذاتی مابین داده‌ها، نگاشتی غیرخطی مابین متغیرهای مستقل و وابسته برقرار گردد. ایده‌ی اصلی شبکه عصبی بر مبنای شبیه‌سازی عملکرد مغز انسان بوده و در مقیاس خیلی کوچک، می‌تواند مانند شبکه‌ای زیستی قدرت یادگیری داشته باشد و همچنین این یادگیری را تعمیم دهد (فتحی و همکاران، ۱۳۸۸) شبکه‌های عصبی مصنوعی در واقع ابزار ریاضی قدرتمندی هستند که با تقلید ساده از سیستم عصبی بیولوژیک ساخته شده‌اند (فولاد و همکاران، ۱۹۹۸) و قدرت انعطاف و تصحیح پذیری بالایی در انطباق خود با داده‌های موجود را دارند (رنجیتان و همکاران، ۱۹۹۵)، به طوری که می‌توانند مجهز به سازماندهی شوند و نظم و هماهنگی موجود در داخل این داده‌ها را پیدا نموده (منهاج، ۱۳۸۴) و بر اساس یک سری شواهد (بردارهای ورودی) وقوع و بزرگی یک پدیده را پیش‌بینی نمایند (کنراد و روهل، ۱۹۹۹). ساختار عادی یک شبکه عصبی مصنوعی، معمولاً از لایه ورودی، لایه پنهان و لایه خروجی تشکیل شده است. لایه ورودی یک لایه انتقال دهنده و وسیله‌ای برای تهیه کردن داده‌هاست. لایه خروجی شامل مقادیر پیش‌بینی شده بوسیله شبکه می‌باشد بنابراین خروجی مدل را معرفی می‌کند. لایه پنهان که از نرون‌های پردازشگر تشکیل شده‌اند، محل پردازش داده‌هاست. شمار لایه‌ها و شمار نرون‌ها در هر لایه پنهان با روش آزمون و خطا مشخص می‌شود (اصغری‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۷). شبکه‌های عصبی از لحاظ نوع شبکه نیز به دو گروه شبکه‌های پیشخور و پسخور تقسیم می‌شوند که در این بررسی از شبکه‌های پیشخور (شکل ۲) و ساختار پرسپترون چندلایه (MLP) (شکل ۳) به دلیل کاربرد بیشتر در مسائل اقلیم شناسی و مدل‌سازی و پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی استفاده گردید (حسینی، ۱۳۸۸) در شبکه‌های پرسپترون چند لایه هر نرون در هر لایه به تمام نرون‌های لایه قبل متصل می‌باشد به چنین شبکه‌هایی، شبکه‌های کاملاً مرتبط گویند (منهاج، ۱۳۸۴). که در این پژوهش جهت مدل‌سازی پیش‌بینی سرماهای دیررس بهار در شهرستان سقز استفاده شده است.



شکل ۲- شبکه پیشخور (دموث و بیل، ۲۰۰۲)



شکل ۳- شبکه پرسپترون چند لایه MLP (منهاج، ۱۳۸۴)

همانطور که پیش‌تر ذکر گردید در پژوهش حاضر از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک سقز استفاده شده است. آمار مذکور پارامترهای مختلف ماهانه مربوط به سال‌های آماری ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰ را در بر می‌گیرد. داده‌های مربوطه پس از تهیه از وب سایت هواشناسی استان کردستان و کنترل کیفی آنها، مورد محاسبه قرار گرفت بدین صورت که ابتدا عناصر تأثیرگذار بر دمای حداقل مشخص و سپس جهت ورود به شبکه پرسپترون چندلایه اقدام به تشکیل ماتریس مربوطه گردید بدین صورت که ورودی‌های شبکه مربوط به متغیرهای میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی، مجموع میانگین بارش، مجموع ساعات آفتابی، میانگین حداقل دما و میانگین حداکثر دمای ماهانه در دو ماه قبل و خروجی شبکه نیز میانگین حداقل دمای ماهانه در ماه سوم می‌باشد از ۲۶ سال دوره آماری موجود ۲۳ سال جهت آموزش شبکه و ۳ سال باقی‌مانده در مرحله تست شبکه به کار برده شد. جهت افزایش سرعت شبکه، داده‌ها در بازه ۰/۱ و ۰/۹ نرمالیزه گردید و پس از تعیین ساختار شبکه، شبکه با استفاده از الگوریتم آموزشی مارکوارت-لونیبرگ و با شروع از کمترین تعداد نرون در لایه مخفی و اپوک ادامه می‌یافت تا شبکه به جواب مطلوب همگرا گردد و اگر شبکه با هر تعداد لایه و نرون پنهان و اپوک به جواب مورد نظر یعنی خطای زیر ۵ درصد می‌رسید آن شبکه به عنوان شبکه بهینه انتخاب می‌گردید. سپس به مقایسه و ارزیابی مدل با استفاده از شاخص‌های آماری و نمودارهای مختلف پرداخته شد. تمامی مراحل کار در محیط برنامه نویسی نرم افزار MATLAB/2010 صورت گرفته است سپس نمودارهای مربوطه در محیط Excel ترسیم گردیدند. در مجموع جهت دقت بالای شبکه، ۲ شبکه (هر ماه یک شبکه) طراحی گردید.

### ۳- بررسی ارزیابی عملکرد مدل

به منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی شبکه‌های عصبی، شاخص‌های عملکردی مختلفی وجود دارد که در این پژوهش شاخص‌های، ضریب تعیین ( $R^2$ )، درصد خطای نسبی (Error) و ضریب همبستگی ( $R$ ) به کار گرفته شده است.

۱- ضریب همبستگی: بیان کننده میزان همبستگی بین نتایج برآورد شده مدل و داده‌های واقعی می‌باشد. بدیهی است که هر چه مقدار آن به یک نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده نزدیکی بیشتر مقادیر برآورد شده به مقادیر واقعی است (خلیلی و همکاران، ۱۳۸۵). در واقع ضریب همبستگی ارتباط خطی بین دو متغیر را اندازه-



گیری می‌کند و یک ابزار ریاضی است که در پایه‌ریزی تحلیل‌های اقلیمی بسیار کاربرد دارد (صداقت‌کردار و همکاران، ۱۳۸۷). رابطه زیر نحوه محاسبه آن را نشان می‌دهد:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{act} - \bar{y}_{act})(y_{est} - \bar{y}_{est})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{act} - \bar{y}_{act})^2 \sum_{i=1}^n (y_{est} - \bar{y}_{est})^2}} \quad (1)$$

که در آن،  $y_{act}$ : مقادیر واقعی،  $\bar{y}_{act}$ : میانگین مقادیر واقعی،  $y_{est}$ : مقادیر برآورد شده،  $\bar{y}_{est}$ : میانگین مقادیر پیش‌بینی شده می‌باشد.

۲- ضریب تعیین: معیاری بدون بعد و بهترین مقدار آن برابر یک می‌باشد رابطه (۲) نحوه محاسبه آن را نشان می‌دهد (صداقت‌کردار و همکاران، ۱۳۸۷):

$$R^2 = \frac{\sum_{K=1}^K X_K Y_K}{\sqrt{\sum_{K=1}^K X_K^2 \sum_{K=1}^K Y_K^2}} \quad (2)$$

در رابطه فوق  $X_K$  مقادیر مشاهداتی،  $Y_K$  مقادیر پیش‌بینی شده و  $K$  تعداد داده‌ها می‌باشد.

۳- درصد نسبی خطا: این میزان خطا می‌تواند از صفر در عملکرد عالی تا بی‌نهایت تغییر کند برای محاسبه درصد نسبی خطا از رابطه زیر استفاده شده است (کار آموز و همکاران، ۱۳۸۵):

$$Error_i = \frac{Obs_i - For_i}{Obs_i} \times 100 \quad (3)$$

در رابطه فوق  $Error_i$  خطای مدل برای پیش‌بینی و  $Obs_i$  و  $For_i$  به ترتیب مقادیر مشاهداتی و پیش‌بینی شده مدل می‌باشد.

## نتایج و بحث

به منظور پیش‌بینی سرماهای دیررس بهاره از میانگین حداقل دمای ماه‌های آوریل و می شهرستان سقز استفاده گردید، بدین صورت که پس از تعیین ویژگی‌های دمای حداقل منطقه مورد مطالعه، ایستگاه سینوپتیک سقز به عنوان مرجع قرار گرفت. جهت تعیین بهترین متغیرهای ورودی شبکه پس از سعی و خطای فراوان در نهایت ساختاری با استفاده از میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی ماهانه، میانگین مجموع بارش ماهانه، میانگین مجموع ساعات آفتابی ماهانه، میانگین حداقل و حداکثر دمای ماهانه‌ی دو ماه قبل (i-2) انتخاب گردید شبکه به گونه‌ای طراحی گردید که با ورود متغیرهای ذکر شده در دو ماه قبل، میانگین دمای حداقل ماه آینده پیش‌بینی گردد. لازم به ذکر است که در این پژوهش جهت دقت بالای شبکه، برای هر ماه یک شبکه با خطای زیر ۵ درصد یعنی در مجموع ۲ شبکه برای ماه‌های آوریل و می، طراحی گردید. خلاصه نتایج پارامترهای



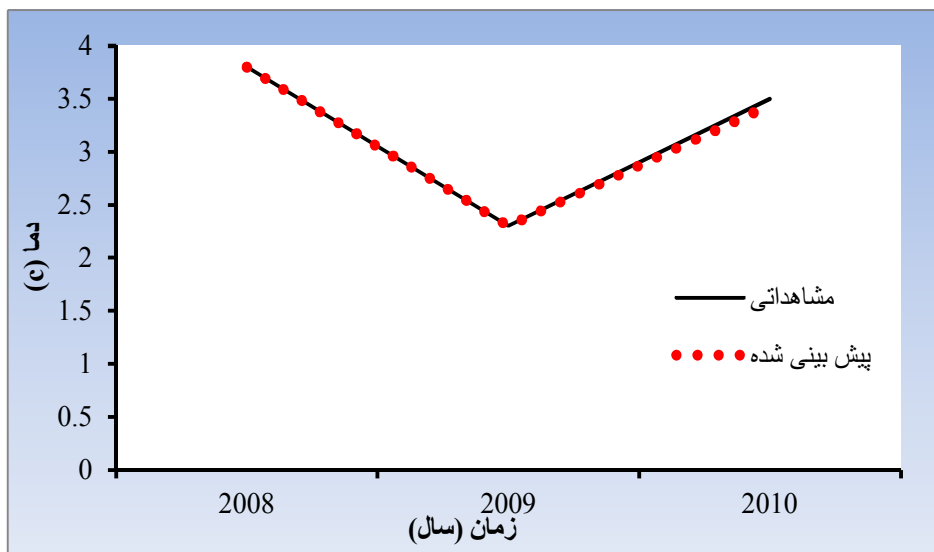
بهینه جهت پیش‌بینی سرماهای دیررس بهاره با استفاده از مدل پرسپترون چندلایه در جدول (۳) آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود کمترین تعداد نرون‌ها مربوط به ماه می است که با ۵ نرون در لایه پنهان به هدف مورد نظر رسیده است. هر دو شبکه با یک لایه پنهان به جواب مطلوب رسیدند و نیاز به افزایش تعداد لایه‌های پنهان نگردید. همچنین هر ۲ شبکه با تابع محرک تانژانت سیگموئیدی به جواب مطلوب همگرا گردیده‌اند. بیشترین میزان همبستگی بین داده‌های مشاهده شده و پیش‌بینی شده در مرحله آموزش شبکه‌ها، مربوط به ماه می با ۰/۷۹ و کمترین خطا در مرحله تست نیز مربوط به ماه آوریل با ۰/۶۲ درصد است سایر پارامترهای آموزشی بهینه مربوط به هر دو مدل در جدول (۳) آورده شده است.

جدول ۳- پارامترهای آموزشی بهینه جهت مدل پرسپترون چند لایه

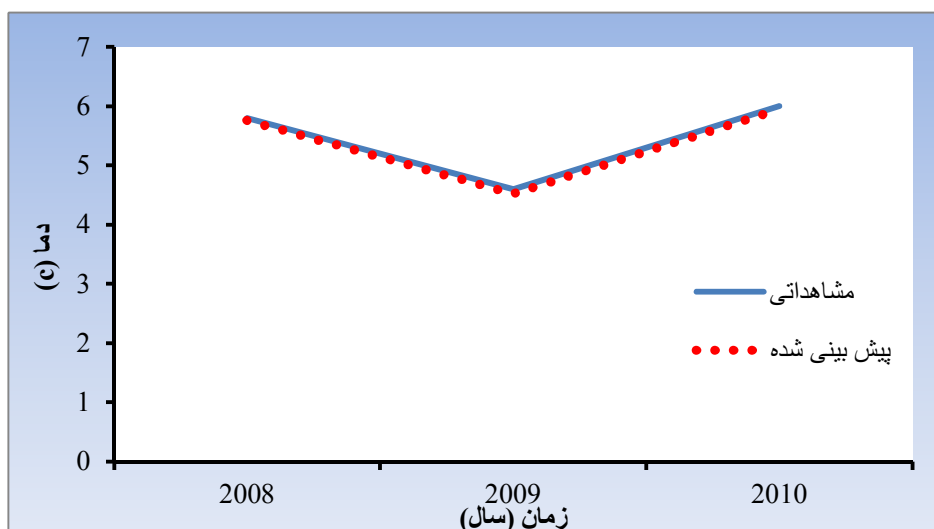
پارامتر آموزشی	تعداد نرون	تابع محرک لایه پنهان	تابع محرک لایه خروجی	تعداد تکرار	هدف عملکرد	ضریب همبستگی (R)	میانگین خطا بر حسب درصد	الگوریتم یادگیری
آوریل	۷	tansig	pureline	۴	۰/۰۰۵	۰/۷۸	۰/۶۲	Lm
می	۵	tansig	pureline	۴	۰/۰۰۵	۰/۷۹	۱/۱	Lm

پس از پیش‌بینی میانگین حداقل دمای ماه‌های آوریل و می در سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ به منظور تعیین میزان خطای مدل‌ها، داده‌های مشاهداتی و پیش‌بینی شده به وسیله مدل پرسپترون چندلایه، با یکدیگر مقایسه شدند که هر کدام از شاخص‌ها نتایج قابل قبولی را ارائه داده‌اند (جدول ۳)، در نهایت نمودار داده‌های پیش‌بینی شده و مشاهده شده در شکل‌های (۴ و ۵) ترسیم گردید. همانطور که مشاهده می‌گردد اختلاف بین داده‌های مشاهداتی و پیش‌بینی شده از همدیگر بسیار ناچیز است بطوری که تشخیص دو منحنی داده‌های مشاهداتی و پیش‌بینی شده از هم مشکل است و نشان دهنده کارایی مناسب و دقت بالای این مدل‌ها در پیش‌بینی دمای حداقل به منظور تعیین سرماهای دیررس بهاره در این پژوهش بوده است. نتایج حاصل از بررسی ارزیابی عملکرد مدل نیز در جدول (۴) آورده شده است همان‌طور که مشاهده می‌شود همبستگی بین داده‌های مشاهداتی و پیش‌بینی شده برابر با ۰/۹۹ و همچنین ضریب تعیین‌های مشابه که ضریب همبستگی در سطح یک درصد معنی‌دار گشته است و با توجه به اینکه دیگر معیارهای ارزیابی شبکه نیز در حد قابل قبول هستند و میانگین حداقل دمای ماهانه پیش‌بینی شده به مقادیر مشاهداتی نزدیک است (شکل‌های ۴ و ۵) می‌توان اظهار داشت که شبکه‌های طراحی شده دارای عملکرد بسیار مناسب و دقت بالایی هستند در واقع این مدل توانست دما را با اختلاف کمتر از ۰/۸ درجه سلسیوس با داده‌های واقعی پیش‌بینی کند که بیانگر دقت بالای شبکه‌های طراحی شده است جهت اطمینان از ضرایب به دست آمده از سه برنامه MATLAB، SPSS و Excel نیز بهره گرفته شده است.





شکل ۴- مقادیر میانگین دمای حداقل مشاهداتی و پیش بینی شده در ماه آوریل (۲۰۰۸-۲۰۱۰)



شکل ۵- مقادیر میانگین دمای حداقل مشاهداتی و پیش بینی شده در ماه می (۲۰۰۸-۲۰۱۰)

جدول ۴- نتایج حاصل از بررسی ارزیابی عملکرد مدل

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	درصد نسبی خطا
آوریل	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۶۲
می	۰/۹۹	۰/۹۹	۱/۱



## نتیجه‌گیری

پیش‌بینی دماهای حداقل به عنوان یکی از عناصر مهم اقلیمی که پدیده‌ای غیر خطی و متغییر با زمان و مکان است در پیش‌بینی سرماهای دیررس بهاره و یخبندان دارای اهمیت فراوان است. در مطالعه حاضر جهت پیش‌بینی سرماهای دیررس بهاره‌ی شهرستان سقز، دو مدل شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا به معرفی مختصر شبکه‌های عصبی مصنوعی و دلایل انتخاب مدل پرسپترون چندلایه و الگوریتم مورد استفاده، پرداخته شد. منابع اطلاعاتی و آماری مورد نیاز از وب سایت اداره کل هواشناسی استان کردستان دریافت گردید و پس از تعیین عناصر تأثیرگذار بر دمای حداقل به ماتریس‌بندی داده‌ها جهت ورود به مدل مورد نظر پرداخته شد. بررسی تأثیر استفاده از متغیرهای اقلیمی به ورودی مدل نشان می‌دهد که مدلی با شش متغیر شامل میانگین حداقل و حداکثر دما، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی و میانگین مجموع بارش و ساعات آفتابی در دو ماه قبل جهت پیش‌بینی میانگین حداقل دمای ماه بعد، دقیق‌ترین مدل می‌باشد چرا که با خطای کمتر از ۵ درصد و همبستگی بالا، دمای حداقل را مدل‌سازی و پیش‌بینی کردند. داده‌های مورد نظر میانگین ماهانه پارامترهای مذکور در بازه زمانی (۲۰۱۰-۱۹۸۵) را در بر می‌گیرد. آزمون مدل‌های مختلف نشان داد که بهترین مدل شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی میانگین دمای حداقل در این بررسی یک مدل پرسپترون ۳ لایه با ۶ نرون در لایه ورودی، ۴ نرون در لایه پنهان و یک نرون در لایه خروجی و الگوریتم آموزشی مارکوارت-لونبرگ می‌باشد و این مدل جهت مدل‌سازی پیش‌بینی سرماهای دیررس بهاره در شهرستان سقز پیشنهاد می‌گردد. در نهایت با توجه به نتایج تحقیق و ارزیابی مدل می‌توان اظهار داشت که استفاد از مدل پرسپترون چندلایه در پیش‌بینی دماهای حداقل به منظور تعیین سرماهای دیررس بهاره با توجه به تعیین خطای آموزشی و ساختارهای مختلف می‌تواند به عنوان گزینه‌ای ارزشمند مورد توجه و بررسی قرار گیرد که طبیعتاً با گذشت زمان در سال‌های آتی و افزایش اطلاعات در دسترس، دقت این مدل‌ها نیز افزایش یافته و برای پیش‌بینی‌های بلند مدت نیز کاربرد خواهند داشت، که از نتایج آن نه تنها در بخش کشاورزی بلکه در مدیریت منابع سوخت، صنایع، شیوع بیماری‌ها، حمل و نقل و تصادفات جاده‌ای، تخریب آسفالت خیابان‌ها، آبرسانی و غیره می‌تواند مؤثر باشد و ما را در به‌کارگیری تمامی امکانات موجود و اجرای روش‌های مقابله با سرما و جلوگیری از خسارات ناشی از آن و همچنین مدیریت منابع یاری نماید.

## منابع



- ۱- اسفندیاری درآباد، فریبا، حسینی، س، الف، آزادی مبارکی، م، حجازی‌زاده، ز. ۱۳۸۹. پیش‌بینی میانگین دمای ماهانه ایستگاه سینوپتیک سنندج با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه (MLP)، فصلنامه جغرافیا، انجمن جغرافیایی ایران، سال هشتم، شماره ۲۷، ص ۴۵-۶۵.
- ۲- حسینی، سید اسعد. ۱۳۸۸. برآورد و تحلیل دماهای حداکثر شهرستان اردبیل با استفاده از مدل تئوری شبکه‌های عصبی مصنوعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی)، دانشگاه محقق اردبیلی، ۹۵ ص.
- ۳- خلیلی، نجمه، خداشناس، س، داوری، ک. ۱۳۸۵. پیش‌بینی بارش با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، ۷ ص.
- ۴- رسول زادگان، یوسف. ۱۳۷۰. میوه‌کاری در مناطق معتدله، انتشارات اردکان (شفق نشر)، ۷۵۹ ص.
- ۵- سالنامه آماری استان کردستان. ۱۳۸۸. استانداری استان کردستان، فصل اول و دوم، ۱۱۶ ص.
- ۶- سیاری، نسرين، بنایان، م، علیزاده، الف، بهیار، م ب. ۱۳۸۹. بررسی امکان پیش‌بینی زمان وقوع یخبندان با استفاده از روش تشخیص الگوها، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۱، ص ۱۰۷-۱۱۷.
- ۷- صداقت‌کردار، علی، فتاحی، الف. ۱۳۸۷. شاخص‌های پیش‌آگاهی خشکسالی در ایران، مجله جغرافیا و توسعه دانشگاه سیستان و بلوچستان، جلد ۶، شماره ۱۱، ص ۵۹-۷۶.
- ۸- فتحی، پرویز، محمدی، ی، همایی، م. ۱۳۸۷. مدل‌سازی هوشمند سری زمانی آورد ماهانه ورودی به سد وحدت سنندج، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۱، ص ۲۰-۲۲۰.
- ۹- کارآموز، محمد، رضانی، ف، رضوی، س. ۱۳۸۵. پیش‌بینی بلند مدت بارش با استفاده از سیگنال‌های هواشناسی: کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی، هفتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، تهران، ۱۱ ص.
- ۱۰- محمدنیا قرائی، سیروس، راستگو، غ، ملبوسی، ش. ۱۳۸۸. ارائه فرمول تجربی به روش پیش‌بینی محلی حداقل دمای شبانه برای هر یک از ایستگاه‌های سینوپتیک استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی، مجموعه مقالات همایش علمی کاربردی راه‌های مقابله با سرمازدگی، ص ۱۱۰-۱۰۳.
- ۱۱- منہاج، محمد باقر. ۱۳۸۴. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ سوم، جلد ۱، ۷۱۲ ص.

12- Cadenas, E., Rivera, V., 2009. Short term wind speed forecasting in La Venta, Oaxaca, Me'xico, using artificial neural networks. Renewable Energy 34: pp 274–278.

13- Conrads, P.A., Roehle, E. A., 1999. Comparing Physics- Based and Neural Network Mo Simulating Salinity, Temperature and Dissolved in a Complex, Tidally Affected River Basin, Proceeding of the South Carolina Environmental Conference, pp 1-15.

14- Demuth, H., Beale, M., 2002. Neural Network Toolbox User,s Guide, Copyright 1992-2002, By The Math Works, Inc, Version 4, 840pp.

15- Fulop, I. A., Jozsa, J., Karamer. T., 1998. A neural network application in estimating wind induced shallow lake motion, Hydro informatics 98, 2, pp 753-757.



- 16- Hopfield JJ, 1982. Neural network and physical systems with emergent collective computational abilities. Proc Nat Academy of Scientists 79: 2554-2558.
- 17- 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.
- 18- Ranjithan, J., Eheart, J., Garrett, J. H., 1995. Application of neural network in groundwater remediation under condition of uncertainty. New Uncertainty conception Hydrology and Water Resources, pp133-140.
- 19- 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.
- 20- Senkal, O., Kuleli, T., 2009. Estimation of solar radiation over Turkey using artificial neural network and satellite data, Applied Energy 86, PP 1222-1228.

### ***Predictive Modeling of Saghez Township Late Colds spring through Multilayer Perceptron (MLP) model***

**Fariba Esfandiyari<sup>1</sup>, Seyyed Asad Hosaini<sup>2</sup>, Hamzeh Ahmadi<sup>3</sup>,  
Kaveh mohammadpour<sup>4</sup>**

1- Assistant Professor, Department of Physical Geography, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran, Email: fariba\_sfandiyari@yahoo.com

2- PhD Student in Physical Geography (climatology), Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran, Email: Hosseini.asad8@gmail.com

3- M.A in Physical Geography (Climatology), Payam Noor University of Esfahan  
Email: Hamzehahmadi2009@gmail.com

4- M.A in Physical Geography (Climatology), Tabriz University, Tabriz, Iran  
Email: kaweh\_52@yahoo.com

#### **Abstract**



Much low temperature is stress factor limiting agricultural activities including farming and gardening. Every year, this makes the damage to crops. Knowledge of the occurrence of these temperatures is very important to prevent damage to the product. In different planning in connection with the climatology of the climate scientists are trying to do with the analysis of one or more variable climate in the past, the rules and models get that on this basis to predict the situation in the future, One of the methods of artificial neural network is an artificial intelligence component, that today it is widely used in modeling and prediction of climatic parameters. In this study was studied and analyzed predicts model that late colds spring of Saghez synoptic stations using a multilayer Perceptron (MLP). The variation were analyzed and compared with real data of average monthly minimum and maximum temperature, average minimum and maximum relative humidity, total sunshine hours and average monthly precipitation during the 23-year period (2007-1985) for the prediction of minimum temperatures in April and May 2008 and Month to 2010. It was used for the features and functions in MATLAB software, and then was made network performance indices, such as the correlation coefficient and the percent relative error. Obtained results confirm the ability of the Multilayer Perceptron model to the model with real data is showed that the maximum error is less than 0/8 Celsius degrees. The remarkable ability of artificial neural network prediction model shows the minimum temperatures. The results can be used in the methods of dealing with late colds.

**Key words:** Artificial Neural Network, Climate, Minimum Temperature, Predicted, Saghez