



دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته جغرافیا با گرایش اقلیم شناسی در برنامه ریزی
محیطی

عنوان:

بررسی و پیش بینی کمینه دمای سالانه و ماهانه
با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، مورد:
منطقه کرج

اساتید راهنما:

دکتر محمود خسروی

دکتر تقی طاوسی

استاد مشاور:

دکتر دکتر مهدی ازدری مقدم

تحقیق و نگارش:

هانیه شکیبا

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

تیر ۱۳۸۹

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان بررسی و پیش بینی کمینه دمای ماهانه و سالانه با استفاده از مدل شبکه های عصبی مصنوعی، مورد: کرج قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد توسط دانشجو هانیه شکیبا تحت راهنمایی استاد پایان نامه دکتر محمود خسروی و دکتر تقی طاوسی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

(نام و امضاء دانشجو)

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۱۳۸۹/۳/۲۷ توسط هیئت داوران بررسی و درجه عالی به آن تعلق گرفت.

تاریخ

امضاء

نام و نام خانوادگی

استاد راهنما:

استاد راهنما:

استاد مشاور:

داور ۱:

داور ۲:

نماینده تحصیلات تکمیلی:



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب هانیه شکیبا تأیید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو:

امضاء

تقدیم به:

این پایان نامه را به پدر و مادر عزیزتر از جانم خواهر دلسوزم و برادران
مهربان تقدیم می کنم.

سپاسگزاری

سپاس بیکران خداوند را که قلم را آفرید و بشر را به زیور عقل آراست تا همواره علم آموزد و به قله های کمال انسانیت دست یابد.

سپاس از اساتید ارجمندم جناب آقایان دکتر محمود خسروی و تقی طاوسی که با کمال بردباری مرا در انجام این تحقیق راهنمایی فرمودند.

سپاس از استاد گرامیم جناب آقای مهدی اژدری مقدم که مشاوره‌ی این تحقیق را پذیرفته و با ارائه پیشنهادات و نظرات مفید در پیشبرد آن یاریم نمودند.

و سپاس از پدر مهربانم مهدی شکیبا و مادر دلسوزم منیره سید موسوی و خواهر عزیزم بهاره شکیبا که مرا در انجام این تحقیق یاری نمودند.

از تمامی عزیزانی که در طول انجام این تحقیق مرا یاری نمودند تشکر می‌کنم و بخصوص از دوستانم زهرا صفری، ریحانه سائدی، مهدی میرزاده، فرشته درداب، راضیه جاودانی، ام البنین محمدی، سید رقیه مینویی، طاهره سادات هاشمی، فاطمه بهرامی، امیره مهربان، معظمه سلطان آبادی، سکینه بدری و برای تمامی آنان از خداوند منان آرزوی توفیق روز افزون مسئلت دارم.

چکیده

یخبندان یکی از پدیده های مهم و زیان آور مورد مطالعه در اقلیم شناسی می باشد که از دیدگاه کاربردی به بسیاری از فعالیتهای انسانی به ویژه فعالیتهای کشاورزی ارتباط پیدا می کند. لزوم برنامه ریزی در برابر خطرات این پدیده ایجاب می کند تا مطالعاتی بر روی روش های پیش بینی و اثرات سیگنال های اقلیمی بر وقوع کمینه دما صورت گیرد. با توجه به محدودیت هایی از قبیل عدم کفایت آمار و اطلاعات موجود، دقت پایین و خطای بالای روش های آماری معمول، در این تحقیق از شبکه های عصبی مصنوعی در جعبه ابزار شبکه های عصبی نرم افزار Matlab-7 به عنوان یک روش کارآمد جهت پیش بینی کمینه دما استفاده شده است. در این روش، روابط بین متغیرها غیرخطی فرض می شود. در این تحقیق سعی شده پیش بینی کمینه دما در شهر کرج با استفاده از متغیرهای ساعات آفتابی منطقه و ۸ سیگنال اقلیمی صورت گیرد. بدین منظور از قابلیت های شبکه های عصبی پس انتشار و رادیال بیس برای ساخت مدل های پیش بینی استفاده شده است. ورودی مدل آمار ماهانه سیگنال های اقلیمی AO، NAO و ساعات آفتابی (SUN) منطقه در بازه زمانی (۲۰۰۷-۱۹۷۳) و آمار سالانه شاخص های AO, NAO, PDO, TNA, TNI, SOI, SIBERIA, NOI و خروجی مدل داده های کمینه دما می باشد. در ابتدا برای تحلیل ارتباط میان کمینه دما و سیگنال های اقلیمی، از روش همبستگی استفاده شده است. همبستگی ها در سطح اعتماد ۹۵٪ مورد آزمون قرار گرفته و مناسب ترین شاخص ها انتخاب شدند. در مرحله بعد سعی گردید تا با استفاده از مدل شبکه های عصبی و متغیرهایی چون سیگنال های اقلیمی و ساعات آفتابی به عنوان ورودی های مدل اقدام به پیش بینی کمینه گردد. نتایج بیانگر آن است که شبکه های عصبی مصنوعی توانایی بیشتر و دقت بالایی جهت پیش بینی کمینه دما ماهیانه و سالیانه نسبت به روش های آماری معمول دارند به طوریکه بهترین مدل های پیش بینی با کمترین خطا و بالاترین همبستگی را ایجاد کرده است. و تنها افزایش فاکتورهای ورودی شبکه، عاملی بر افزایش کارایی و پیش بینی با دقت بالاتری نمی باشد بلکه استفاده از ورودی هایی که ارتباط خوبی با خروجی شبکه دارند نتایج بهتری را ایجاد خواهد کرد. همچنین شبکه های رادیال بیس نتایج بهتری را نسبت به شبکه های پس انتشار نشان داده است. از دیگر نتایج حاصل از این پژوهش، تأثیر بالای شاخص های نوسان قطبی و ساعات آفتابی منطقه در پیش بینی ماهیانه کمینه دما و شاخص های نوسان قطبی، حاره ای اطلس شمالی، نوسان دهه ای اقیانوس آرام، نوسان شمالی و زبانه پرفشار سیبری در پیش بینی سالیانه کمینه دما می باشد.

کلمات کلیدی: کرج، شبکه های عصبی مصنوعی، کمینه دما، سیگنال های اقلیمی، پیش بینی

عنوان	صفحه
چکیده.....	أ
فصل اول: کلیات.....	۱
مقدمه.....	۲
۱-۲- بیان مسئله.....	۲
۱-۳- ضرورت مسئله.....	۶
۱-۴- سوالات پژوهش.....	۷
۱-۵- فرضیه.....	۸
۱-۶- اهداف تحقیق.....	۸
۱-۷- پیشینه تحقیق.....	۸
فصل دوم: مبانی نظری تحقیق.....	۱۶
۱-۲- مقدمه.....	۱۶
۲-۲- شبکه های عصبی مصنوعی.....	۱۶
۱-۲-۲- پیشینه شبکه های عصبی مصنوعی.....	۱۶
۲-۲-۲- تعریف شبکه های عصبی مصنوعی.....	۱۷
۳-۲-۲- اصول محاسباتی.....	۱۸
۴-۲-۲- توابع انتقال.....	۲۰
۱-۴-۲-۲- تابع انتقال Hard Limi.....	۲۰
۲-۴-۲-۲- تابع انتقال خطی Purelin.....	۲۱
۳-۴-۲-۲- تابع انتقال Log Sigmoid.....	۲۱
۵-۲-۲- معماری شبکه های عصبی مصنوعی.....	۲۱
۶-۲-۲- روش های آموزش و شبیه سازی در شبکه های عصبی.....	۲۲
۷-۲-۲- قابلیت تعمیم.....	۲۴
۸-۲-۲- انواع شبکه های عصبی مصنوعی.....	۲۴
۱-۸-۲-۲- شبکه های پرسپترون.....	۲۴
۲-۸-۲-۲- فیلترهای خطی.....	۲۵
۳-۸-۲-۲- شبکه های پس انتشار.....	۲۵
۴-۸-۲-۲- شبکه های پیش خور.....	۲۶

۲۷	.....(Radial Basis) شبکه های رادیال بیس
۲۸	..... Self-Organizing and Learn-Vector Quant شبکه های
۲۸	..... Recurrent شبکه های عصبی
۲۸	..... سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی هواشناسی
۲۸	..... ۱-۳-۲ شاخص نوسان دهه ای اقیانوس آرام (PDO)
۲۹	..... ۲-۳-۲ شاخص نوسان جنوبی (SOI)
۳۰	..... ۳-۳-۲ شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO)
۳۱	..... ۴-۳-۲ الگوی حاره ای اطلس شمالی (TNA)
۳۱	..... ۵-۳-۲ شاخص انتقال نینو (TNI)
۳۱	..... ۶-۳-۲ شاخص نوسان قطبی (AO)
۳۲	..... ۷-۳-۲ شاخص پرفشار سیبری
۳۲	..... ۴-۲ کمینه دما و تابش خورشید
۳۳	..... ۵-۲ پیش بینی
۳۵	..... ۶-۲ تئوری سازمان هواشناسی جهانی
۳۶	فصل سوم: ویژگیهای طبیعی سرزمین پژوهش
۳۷	..... ۱-۳ مقدمه
۳۷	..... ۲-۳ موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای طبیعی شهرستان کرج
۴۰	..... ۳-۳ منابع آب
۴۱	..... ۴-۳ آب و هوای شهرستان کرج
۴۱	..... ۱-۴-۳ توده های تاثیر گذار بر اقلیم شهرستان کرج
۴۲	..... ۵-۳ بررسی عناصر اقلیمی شهرستان کرج
۴۲	..... ۱-۵-۳ دما
۴۴	..... ۲-۵-۳ میانگین کمینه و بیشینه دما
۴۵	..... ۶-۳ ویژگی های کشاورزی منطقه
۴۷	..... ۷-۳ نگاهی اجمالی به ویژگیهای انسانی شهرستان کرج
۴۸	فصل چهارم: مواد و روش ها
۴۹	..... ۱-۴ مقدمه
۴۹	..... ۲-۴ دوره آماری مورد استفاده و روش استخراج داده ها
۵۱	..... ۳-۴ روش ها
۵۱	..... ۱-۳-۴ آزمون کفایت داده ها
۵۱	..... ۲-۳-۴ آزمون همگنی داده ها
۵۲	..... ۳-۳-۴ تعیین رابطه سیگنال های همدید و کمینه هوا

۵۴	۴-۳-۴- تعیین موثرترین عوامل بر کمینه دما
۵۴	۵-۳-۴- روش های ارزیابی میزان خطا
۵۵	۶-۳-۴- روش استاندارد کردن داده ها
۵۷	۷-۳-۴- روش شبکه های عصبی مصنوعی جهت پیش بینی
۵۷	۱-۷-۳-۴- Feedforward شبکه های
۵۹	۲-۷-۳-۴- Radial Basis شبکه های
۶۰	۸-۳-۴- روش آموزش و تست شبکه
۶۲	۴-۴- مشخصات مدل شبکه های عصبی بکار رفته در این تحقیق
۶۴	فصل پنجم: بحث و نتایج
۶۵	۱-۵- مقدمه
۶۵	۲-۵- محاسبه ضرایب همبستگی شاخص های اقلیمی و کمینه دما در مقیاس ماهانه
۶۸	۳-۵- محاسبه ضرایب همبستگی شاخص های اقلیمی و کمینه دما در مقیاس سالانه
۶۹	۴-۵- پیش بینی کمینه دما با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی
۶۹	۱-۴-۵- معماری شبکه
۷۰	۲-۴-۵- شبکه های پس انتشار BP (Feedforward)
۷۰	۱-۲-۴-۵- فرایند مدل سازی در پیش بینی ماهانه
۷۱	۱-۱-۲-۴-۵- معیارهای ارزیابی عملکرد شبکه در مرحله آموزش و تست
۷۴	۲-۲-۴-۵- پیش بینی کمینه دمای سالانه
۷۴	۱-۲-۲-۴-۵- مدلسازی شبکه بر اساس پارامترهای ورودی موثر
۸۰	۳-۲-۴-۵- مقایسه پیش بینی ماهانه و سالانه کمینه دما
۸۱	۳-۴-۵- شبکه های پایه شعاعی (GRNN)
۸۱	۱-۳-۴-۵- معماری شبکه
۸۲	۲-۳-۴-۵- آموزش و تست شبکه جهت دستیابی به مدل بهینه (Radial Basis) در پیش بینی ماهانه
۸۴	۳-۳-۴-۵- پیش بینی کمینه دمای سالانه (روش Radial Basis)
۸۵	۱-۳-۳-۴-۵- مدلسازی شبکه بر اساس پارامترهای ورودی موثر بر کمینه دما
۹۱	۴-۳-۴-۵- مقایسه پیش بینی ماهانه و سالانه ی کمینه دما
۹۲	۴-۴-۵- مقایسه شبکه های FeedForward و Radial Basis در پیش بینی کمینه دما
۹۳	۵-۵- پیش بینی کمینه دما با استفاده از روش رگرسیون
۹۵	۶-۵- مقایسه روش رگرسیونی و شبکه های عصبی
۹۷	فصل ششم: جمع بندی
۹۸	۱-۶- نتیجه گیری
۹۹	۲-۶- آزمون فرضیات

- ۳-۶- پیشنهادات ۱۰۰
- منابع** ۱۰۱
- پیوست‌ها** ۱۰۷
- پیوست (الف): جداول مربوط به استاندارد سازی داده‌ها ۱۰۷
- پیوست (ب): نمودار همبستگی ماهانه و سالانه با یک ماه و یک سال تاخیر ۱۱۳
- پیوست (ج): نتایج پیش بینی با تاخیر زمانی در شبکه های پس انتشار و رادیال بیس ۱۱۵
- پیوست (د): همبستگی شاخص های اقلیمی و کمینه دمای ماهانه بدون تاخیر ۱۱۸
- پیوست (ه): همبستگی شاخص های اقلیمی و کمینه دمای سالانه بدون تاخیر ۱۲۲

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

جدول ۱-۳. نتیجه آزمون فراوانی کمینه دما.....	۴۵
جدول ۲-۳. تغییرات میانگین حداکثر دمای ماهانه (دوره آماری ۲۰۰۷-۱۹۸۷).....	۴۵
جدول ۳-۳. سطح زیر کشت و عملکرد سالانه محصولات زراعی شهرستان کرج.....	۴۶
جدول ۴-۳. وسعت و تولید اراضی زراعی باغی شهرستان کرج.....	۴۶
جدول ۱-۴. داده های کمینه دمای ماهانه و سالانه.....	۴۹
جدول ۲-۴. توضیحات مختصری از شاخص های اقلیمی استفاده شده.....	۵۰
جدول ۳-۴. نتایج آزمون همگنی داده ها.....	۵۲
جدول ۴-۴. موثرترین عوامل بر کمینه دما.....	۵۴
جدول ۵-۱. ضریب همبستگی ماهانه کمینه دمای هوا و شاخص ها در کرج.....	۶۷
جدول ۲-۵. مدل های در نظر گرفته شده بر اساس پارامترهای موثر بر کمینه دمای ماهانه.....	۷۰
جدول ۳-۵. نتایج مقایسه شبکه های عصبی (FeedForward) طراحی شده بر مبنای پارامترهای ورودی.....	۷۱
جدول ۴-۵. شبکه های در نظر گرفته شده بر اساس پارامترهای موثر کمینه دمای سالانه.....	۷۴
جدول ۵-۵. نتایج مقایسه شبکه های عصبی (FeedForward) طراحی شده بر مبنای پارامترهای ورودی.....	۷۵
جدول ۶-۵. مدل های در نظر گرفته شده بر اساس پارامترهای موثر کمینه دما.....	۸۱
جدول ۷-۵. نتایج مقایسه شبکه های عصبی طراحی شده بر مبنای پارامترهای ورودی.....	۸۲
جدول ۸-۵. شبکه های در نظر گرفته شده بر اساس پارامترهای موثر بر کمینه دما.....	۸۵
جدول ۹-۵. نتایج مقایسه شبکه های عصبی طراحی شده بر مبنای پارامترهای ورودی.....	۸۶
جدول ۱۰-۵. معیار های ارزیابی مدل در پیش بینی ماهانه با استفاده از روش رگرسیونی.....	۹۴
جدول ۱۱-۵. ارتباط متغیرهای مستقل و وابسته در پیش بینی ماهانه.....	۹۴
جدول ۱۲-۵. معیار های ارزیابی مدل در پیش بینی سالانه با استفاده از روش رگرسیونی.....	۹۵

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۵	شکل ۱-۱. روند یادگیری نظارت شده.....
۱۹	شکل ۱-۲. شبکه عصبی تک لایه با R ورودی.....
۱۹	شکل ۲-۲. شبکه عصبی تک لایه با R ورودی و S نرون.....
۱۹	شکل ۳-۲. شبکه عصبی چند لایه.....
۲۱	شکل ۴-۲. تابع انتقال Hard Limi.....
۲۱	شکل ۵-۲. تابع انتقال خطی.....
۲۱	شکل ۶-۲. تابع انتقال سیگموئید.....
۳۷	شکل ۱-۳. موقعیت جغرافیایی منطقه و ایستگاه کرج در ایران و استان تهران.....
۳۸	شکل ۲-۳. نقشه توپوگرافی شهرستان کرج.....
۳۹	شکل ۳-۳. نقشه هیدروگرافی شهرستان کرج.....
۴۰	شکل ۴-۳. نقشه کاربری اراضی شهرستان کرج.....
۴۳	شکل ۵-۳. نمودار میانگین، حداقل و حداکثر دمای ماهانه (دوره آماری ۱۹۸۷-۲۰۰۷).....
۴۳	شکل ۶-۳. نقشه خطوط هم دمای استان تهران.....
۴۴	شکل ۷-۳. نمودار سری زمانی کمینه دمای ماهانه (دوره آماری ۱۹۸۷-۲۰۰۷).....
۴۸	شکل ۸-۳. نمودار سری زمانی بارش ماهانه (دوره آماری ۱۹۸۷-۲۰۰۷).....
۶۶	شکل ۱-۵. نمودار ضرایب همبستگی ماهانه (Correlation) شاخص های اقلیمی و کمینه دما.....
۶۷	شکل ۲-۵. روند تغییرات ماهانه AO و کمینه دمای کرج (۱۹۸۷-۲۰۰۷).....
۶۸	شکل ۳-۵. نمودار ضرایب همبستگی سالانه (Correlation) شاخص های اقلیمی و کمینه دما.....
۶۹	شکل ۴-۵. روند تغییرات سالانه AO و کمینه دمای هوا در کرج (سال ۱۹۸۷_۲۰۰۷).....
۷۲	شکل ۵-۵. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما با پارامترهای ورودی: (a) شاخص SUN, (b) شاخص AO, SUN, (c) شاخص های AO, NAO, SUN.....
۷۲	شکل ۶-۵. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (d) شاخص AO, (e) شاخص های NAO, (f) شاخص های AO, NAO.....
۷۶	شکل ۷-۵. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (a) شاخص AO, SIBERIA, NOI, (b) شاخص های NOI, PDO, TNA, (c) شاخص های TNA.....
۷۶	شکل ۸-۵. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (d) شاخص NOI, TNA, (e) شاخص های NOI, PDO, TNA, AO, SIBERIA.....

شکل ۵-۹. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (a) شاخص (AO, b) شاخص های (NOI, PDO, c) شاخص های (TNA, AO, SIBERIA) (d) شاخص های (AO, SIBERIA) ۷۷

شکل ۵-۱۰. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (a) شاخص (AO, SUN, b) شاخص های (SUN, c) شاخص های (NAO) ۷۸

شکل ۵-۱۱. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (d) شاخص (AO, NAO) (e) شاخص های (SUN, NAO) (f) شاخص های (SUN, NAO, AO) ۷۸

شکل ۵-۱۲. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (a) شاخص (TNI, b) شاخص های (SOI, c) شاخص های ۷۹

شکل ۵-۱۳. مقایسه همبستگی در پیش بینی ماهانه و سالانه ۸۰

شکل ۵-۱۴. مقایسه مقدار RMSE در پیش بینی ماهانه و سالانه ۸۰

شکل ۵-۱۵. مقایسه مقدار AME در پیش بینی ماهانه و سالانه ۸۲

شکل ۵-۱۶. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (a) شاخص (AO, NAO, b) شاخص های (NAO) ۸۳

شکل ۵-۱۷. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (c) شاخص (SUN, AO) (d) شاخص های (SUN, AO, NAO) ۸۳

شکل ۵-۱۸. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (e) شاخص (SUN) (f) شاخص های (SUN, NAO) ۸۴

شکل ۵-۱۹. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (a) شاخص (AO, b) شاخص های (SUN, c) شاخص های (AO, SUN) ۸۷

شکل ۵-۲۰. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (d) شاخص (NAO, e) شاخص های ۸۷

شکل ۵-۲۱. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (f) شاخص (SUN, NAO, g) شاخص های ۸۸

شکل ۵-۲۲. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (a) شاخص (NOI, b) شاخص های (TNI, c) شاخص های (SIBERIA) ۸۸

شکل ۵-۲۳. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (d) شاخص (TNA, NOI, e) شاخص های ۸۹

شکل ۵-۲۴. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (f) شاخص (AO, SIBERIA, NOI) (g) شاخص های (NOI, PDO, TNA) ۸۹

شکل ۵-۲۵. مقایسه نتایج پیش بینی شده (forecasted) و مشاهده ای (Observed) کمینه دما ساخته شده با پارامترهای ورودی: (h) شاخص TNA, SIBERIA, AO, (i) شاخص های TNA, PDO, NOI, AO, SIBERIA ۹۰

شکل ۵-۲۶. مقایسه AME در پیش بینی ماهانه و سالانه ی کمینه دما ۹۱

شکل ۵-۲۷. مقایسه همبستگی در پیش بینی ماهانه و سالانه ی کمینه دما ۹۱

شکل ۵-۲۸. مقایسه RMSE در پیش بینی ماهانه و سالانه کمینه دما ۹۱

شکل ۵-۲۹. مقایسه RMSE در شبکه های FeedForward و Radial Basis (پیش بینی سالانه) ۹۲

شکل ۵-۳۰. مقایسه ضریب همبستگی در شبکه های FeedForward و Radial Basis (پیش بینی سالانه) ۹۲

شکل ۵-۳۱. مقایسه RMSE در شبکه های FeedForward و Radial Basis (پیش بینی ماهانه) ۹۳

شکل ۵-۳۲. مقایسه ضریب همبستگی در شبکه های FeedForward و Radial Basis (پیش بینی ماهانه) ۹۳

شکل ۵-۳۳. مقایسه ضریب همبستگی و میزان خطای شبکه های عصبی و روش رگرسیونی در پیش بینی سالانه ۹۶

شکل ۵-۳۴. مقایسه ضریب همبستگی و میزان خطای شبکه های عصبی و روش رگرسیونی در پیش بینی سالانه ۹۶

فصل اول

کلیات

۱-۱. مقدمه

دما، یکی از شاخص های اصلی در مطالعات اقلیمی است که در تعیین نقش سایر عناصر اقلیمی نیز عامل موثری به شمار می رود. دما در چرخه انرژی، همراه با چرخه ی آب اثرات انکار ناپذیری بر فعالیتهای انسانی و فرایندهای طبیعی دارد و تغییرات آن در برنامه ریزی های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی عامل تعیین کننده ای به شمار می رود. کاربرد وسیع اطلاعات دمایی باعث شده ، مطالعه نوسانات و تغییرات دما در دراز مدت و کوتاه مدت مورد توجه جغرافیدانان و هواشناسان قرار گیرد (جهانبخش و پورباصر، ۱۳۸۲:۳۶).

از آنجایی که موقعیت ایران میان ۲۵ تا ۳۹ درجه عرض شمالی است مهمترین عوامل کنترل آب و هوایی آن را باید هم در مناطق حاره و هم برون حاره جستجو کرد. ایران در محل حضور دو رژیم هدلی^۱ و رزبای^۲ قرار قرار دارد و با توجه به موجی بودن حرکات مداری هوا در این منطقه بر اساس شدت و ضعف رژیم رزبای در بهار، به تناوب دستخوش امواج هوای سرد و گرم است. از آنجایی که سیستم های سینوپتیک عامل یخبندانهای بهاره- ی ایران، هر سال با فراوانی و شدت متفاوت تکرار می شوند، آنها را باید جزء خصایص مسلم آب و هوایی ایران به شمار آورد (علیجانی و براتی، ۱۳۷۵:۲۳). بنابراین به دلیل واقع شدن ایران در معرض هجوم این سیستم ها، اکثر مناطق کشور (از جمله کرج) دارای کمینه دماهایی می باشند. بنابراین پیش بینی و پیش دراز مدت شرایط اقلیمی در هرمنطقه می تواند راهکار مناسبی جهت مقابله با عوارض ناگوار تغییرات اقلیمی (یخبندان، خشکسالی، سیل وغیره) باشد.

۱-۲. بیان مسئله

بامه ی ایران در موقعیتی است که نسبت به سرزمین های پیرامون دارای ارتفاع بیشتری می باشد و همچنین با رشته کوههایی مرتفع با جهات متفاوت احاطه شده است. این شرایط تمایزات آشکاری را در پراکنش جغرافیایی دما در سطح ایران باعث شده است. یورش هوای سرد و خشک از سمت هیمالیا و عرضهای بالا نشان می دهد که رشته کوههایی چون البرز و زاگرس قادر به جلوگیری از گذر امواج یخبندان بویژه امواج قوی نیستند. موج یخبندان انتقالی یا سینوپتیک، جبهه هوای سرد را پیشاپیش خود دارد که هوای سرد

۱- hadley

۲- rozbay

عرضه‌های بالا را مستقیماً و اغلب در جهت نصف النهاری به عرضه‌های پایین می‌ریزد. جبهه‌ی سرد در برخورد با عوارض توپوگرافی موقتاً دچار کندی حرکت می‌شود اما نهایتاً با عبور از گردنه‌ها و ارتفاعات کم اهمیت تر، زبانه-های خود را به ایران مرکزی گسیل می‌دارد. از آنجایی که مراکز پرفشار قطب شمال و نواحی مجاور مانند سیبری، از جهت دینامیکی فرونشست هوای سرد در آنها حاکم است و از جهت تابشی روی سرزمینهای پهناور پوشیده از یخ و برف استقرار دارند، هوای سرد را از مراکز خود به صورت زبانه‌های پرفشار به اطراف گسیل می‌دارند. امواج یخبندان بهاره‌ی ایران ناشی از نفوذ زبانه‌های پرفشار سرد آسیایی و سیبری است. ایران فاصله زیادی تا قطب شمال دارد و اگر ریزش هوای سرد از عرضه‌های بالا صورت گیرد نباید آن را ریزش مستقیم از قطب تلقی نمود زیرا در این میان، نواحی پرفشار سرد آسیایی به عنوان واسطه‌ی انتقال امواج یخبندان است و همچنین اغلب قطب شمال از مرکز پرفشار خالی است. بنابراین هرچه از جنوب کشور به شمال برویم باید انتظار یخبندانها و کمینه‌دماهایی با فراوانی، شدت و تداوم بیشتری داشته باشیم (علیچانی و براتی، ۱۳۷۵:۲۱).

با آغاز فصل سرما، دمای هوا در شهرستان کرج به تدریج کاهش پیدا می‌کند، تا جایی که دمای هوا طی شبانه روز کمتر از صفر درجه سلیسیوس می‌شود. با توجه به اینکه این شهرستان یکی از قطبهای کشاورزی محسوب می‌گردد و در پاییز اولین یخبندان در آن به وقوع می‌پیوندد، به جهت اینکه بافت گیاهی خود را برای مقابله با سرما و یخبندان آماده می‌کند، ممکن است قبل از آماده شدن گیاه، وقوع یخبندانهای زودرس بتواند خسارتزا باشد و در بهار نیز آخرین یخبندان به علت اینکه گیاه مقداری از رشد را انجام داده، مقاومت کمتری دارد و ممکن است آخرین سرما در زمان گلدهی و میوه‌دهی خسارت بار باشد (محمدی و گزلیخو، ۱۳۸۸:۸۷)، تعیین کمینه دما در منطقه انجام گرفت.

تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد در اثر سرمازدگی نوروز سال ۱۳۸۹ و همچنین بارش تگرگ در مناطق ماهدشت، عباس آباد، محمدشهر و فرخ آباد در تاریخ ۱۳۸۹/۱/۲۰، خساراتی به درختان وارد شده است. مبلغ این خسارت در اثر سرمازدگی ۸۵۴۹۵ میلیون ریال و در اثر بارش تگرگ ۱۹۵۴ میلیون ریال می‌باشد. همچنین سرمای کم سابقه‌ی زمستان ۸۶، خسارت‌های سنگینی را بر بخش کشاورزی و منابع طبیعی کشور وارد ساخته و علاوه بر آسیب‌رساندن به بسیاری از اقلام کشاورزی و درختان میوه، شمار قابل توجهی از درختان نسبتاً مقاوم سوزنی‌برگ را نیز از بین برده است. از جمله آثار این سرما را می‌توانند بر روی جنگل‌های

دست‌کاشت چیتگر که قدمتی نزدیک به ۴۰ سال دارند، به وضوح مشاهده کرد (پایگاه اطلاعات رسانی جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹). بنابراین با توجه به شرایط گفته شده پیش بینی کمینه دما امری واضح به شمار می‌آید. از سویی دیگر افزودن قابلیت پیش‌بینی به سیستم‌های پایش، از منظر مدیریت بسیار مؤثر خواهد بود. استفاده از مدل‌هایی بر اساس روش‌های تصادفی و احتمالاتی سابقه‌ای طولانی دارد. اما بسیاری از این تکنیک‌ها روابط بین متغیرها را خطی فرض کرده و در مدل کردن پدیده‌های غیرخطی با شکست مواجه می‌شوند. از این رو پژوهشگران برای ساختن مدل‌های پیش‌بینی معتبر، به استفاده از تکنیک‌های مدل‌کننده غیرخطی نظیر شبکه‌های عصبی مصنوعی که در دهه‌ی اخیر به جمع مدل‌های پیش‌بینی افزوده شده‌اند، روی آورده‌اند.

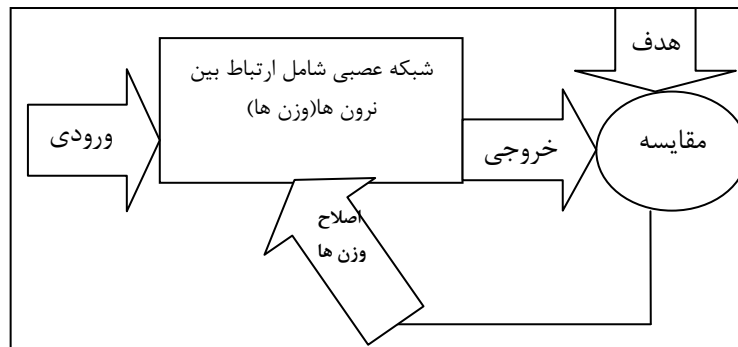
ساخت بدلی ماشینی از مغز انسان انگیزه‌ای قوی برای بسیاری از دانشمندان در قرن گذشته بوده است و تقریباً در حدود شصت سال پیش، محققین اولین مدل الکترونیکی از سلول‌های عصبی را طراحی و ایجاد کردند و از آن سال تا به امروز دانشمندان بسیاری روی مدل‌های ریاضی و الگوریتم‌های یادگیری جدید تحقیقات وسیعی را به انجام رسانیده‌اند (زهیدی، ۱۳۸۰:۱۰۷).

به تازگی استفاده از شبکه‌های هوش مصنوعی در پیش‌بینی اثرات متغیرهای متعدد و با روابط پیچیده، بر روی یک متغیر خاص مورد توجه قرار گرفته است (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۲:۲۰۵). شبکه عصبی مصنوعی مدلی است که همانند مغز انسان اطلاعات را پردازش می‌کند و از طریق مثال تعلیم می‌بیند. این مدل برای انجام کار خاص برنامه‌ریزی نشده است بلکه به گونه‌ای است که به مرور زمان و تعامل بیشتر با محیط کارآموده تر گشته، قادر به نتیجه‌گیری منطقی بوده و قابلیت تعمیم نیز می‌یابد. دستاوردهای اخیر در کاربرد ابزار هوش مصنوعی و به خصوص شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمینه‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی، رویکردهای نو و متعددی را در مدل‌سازی گشوده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی که از نوع مدل‌های مشتق شده از داده است، به طور گسترده‌ای در حل مسائل مختلف از جمله پیش‌بینی، مورد مطالعه قرار گرفته و به کار برده شده است (صداقت کردار و فتاحی، ۱۳۸۷:۶۴).

شبکه‌های عصبی از عناصر عملیاتی ساده‌ای به صورت موازی ساخته می‌شوند. این عناصر از سیستم‌های عصبی زیستی الهام گرفته شده‌اند. در طبیعت، ساختار شبکه‌های عصبی از طریق نحوه اتصال بین اجزا تعیین می‌شود. شبکه بر مبنای تطابق و همسنجی بین ورودی و هدف سازگار می‌شود تا اینکه خروجی شبکه و هدف بر هم منطبق گردند. عموماً تعداد زیادی از این زوج‌های ورودی و خروجی به کار گرفته می‌شوند تا در

این روند که از آن تحت عنوان یادگیری نظارت شده یاد می شود شبکه آموزش داده شود مطابق شکل شماره

۱. (کیا، ۱۳۷۸:۲۸).



شکل شماره ۱-۱. روند یادگیری نظارت شده (کیا، ۱۳۸۷:۲۸)

از قبل، انجام مطالب با روش شبکه های عصبی، کاربردهای مفیدی در زمینه هواشناسی مطرح شده است. شبکه عصبی مصنوعی یک ناحیه جدید از دستاوردهایی که در پیشرفت آینده مورد انتظار است را نشان می دهد (Bodriand and Cermak، 2002:174). تنظیم مدل شبکه های عصبی با کمترین خطا (MSE) و بیشترین ارزش های ضریب تبیین (R^2) اجرا می شود (Dahasheh and Aksoy، 2008:6). امروزه استفاده از روش های آماری معمول به دلیل عدم کفایت آمار و اطلاعات موجود، دقت پایین و خطای بالا که پیش بینی هایی با همبستگی پایینی ارائه نمودند کاهش یافته است. بنابراین بکارگیری مدل شبه عصبی که با در نظر گرفتن کلیه اطلاعات موجود، توانایی خوبی در پیش بینی نیز دارند امری واضح است. شبکه های عصبی مصنوعی با تجزیه تحلیل داده های ورودی و نتایج نظیر آنها ارتباطی منطقی بین داده ها همچنین داده های غیر خطی و نامشخص برقرار کرده، سپس با استفاده از این ارتباط منطقی، کار شبیه سازی را برای موارد احتمالی مشابه انجام می دهند (کوچک زاده و بهمنی، ۱۳۸۴:۸۸).

مسائل بهینه سازی و پیش بینی با روشهای متفاوتی مورد تحلیل قرار می گیرند. اما این روشها با مشکلاتی

به شرح زیر همراه می باشند:

- ۱- با رسیدن به بهینه ی نسبی متوقف می شوند و قادر به یافتن بهینگی کلی نمی باشند.
 - ۲- تابع هدف و محدودیتهای باید دقیقاً بر حسب متغیرهای طراحی، تعیین شوند.
 - ۳- بسیاری از الگوریتم ها فقط برای متغیرهای پیوسته کاربرد دارند (پوراسمائیل و همکاران، ۱۳۸۲:۲۹۴).
- با توجه به دلایل ذکر شده در این تحقیق از روشهای بهینه سازی الهام گرفته از طبیعت، بهره گرفته شده است.

برای انجام این پژوهش ابتدا داده های مربوط به کمینه دمای روزانه (دوره آماری ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷) از سازمان هواشناسی تهیه شده است. سپس تأثیر شاخص های سینوپتیک AO، NAO، PDO، TNA، SOI، NOI، SIBERIA و ساعات آفتابی منطقه در ایجاد کمینه دما مورد بررسی قرار گرفته است. در مرحله بعد داده ها به صورت ماهانه و سالانه بازسازی و همگن شده اند. داده ها با روشهای رگرسیونی بازسازی شده و با محاسبه ضریب همبستگی، ارتباط بین عوامل و کمینه دما بررسی گردیده است. روشی که برای تجزیه و تحلیل داده ها برگزیده، روش رگرسیونی و مدل شبکه عصبی مصنوعی می باشد. دلیل انتخاب این دو روش دقت بالا و پایین بودن خطا می باشد. داده های مربوط به شاخص های سینوپتیک AO، NAO، PDO، TNA، SOI، NOI، پرفشار سرد سیبری و ساعات آفتابی منطقه به عنوان ورودی شبکه و با توجه به درجه همبستگی با کمینه دما، وزن دهی و در تابع مورد نظر وارد شده اند. این کار تا زمانی تکرار شده تا خروجی شبکه برابر با کمینه دما گردد. به این مرحله از کار آموزش شبکه اطلاق می گردد. بعد از آموزش برای اطمینان از وزنهای استفاده از داده های پیشین شبکه را آزمایش کرده تا صحت کار معلوم گردد. بنابراین خطا، به کمینه ممکن نزدیک شده است. در نهایت داده های آخرین سال آماری شاخص های سینوپتیک به عنوان Input وارد شبکه شده و خروجی شبکه به عنوان داده های پیش بینی شده کمینه دما در نظر گرفته شده است. در طراحی مدل شبکه عصبی از نرم افزار MATLAB استفاده گردیده است.

۳-۱. ضرورت مسئله

توجه علمی به مخاطرات محیطی منشأ و آغازی نسبتاً جدید و تازه دارد. در دهه ۱۹۷۰ تحقیقات وابسته به مخاطرات محیطی افزایش یافته است. این مخاطرات آسیب پذیری بسیاری از کشورهای دنیا را در برابر تغییرات آب و هوایی به دنبال داشته است. یکی از این خطرهای محیطی یخبندانها می باشند که بطور غیرقابل انتظار زندگی انسان را تهدید کرده و سبب زیانهای عظیم مالی و محیطی می شوند. تغییر اقلیم به دلیل ابعاد علمی و کاربردی (اثرات محیطی، اقتصادی-اجتماعی) آن از اهمیت فزاینده ای برخوردار است، زیرا سیستم های انسانی وابسته به عناصر اقلیمی مانند کشاورزی، صنایع و امثال آن بر مبنای ثبات و پایداری اقلیم، طراحی و عمل کرده اند (علیچانی و قویدل، ۱۳۸۴: ۲۲).

زمستانها در ایران با کاهش شدید دما همراه است. از مهمترین خصایص آب و هوایی در ایران یخبندانهای بهاره است که طی دو ماه فروردین و اردیبهشت با نزدیک شدن ناپهنگام فرودهای سطح بالای جو ریزش هوای