نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی
سال چهاردهم | شماره پنجاه و ششم | بهار ۱۴۰۲
وصول: ۱۴۰۲/۰۱/۱۲ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۲
صص ۷۱-۵۵

پیش بینی تغییرات میانگین دمای فصلی شهرستان الشتر با استفاده از مدل شبکه عصبی و مدل سری زمانی آریما

مهناز حسنوند[۱]، منیژه ظهوریان پردل[*۲]، رضا برنا[۳]، علیرضا شکیبا[٤]
۱- رشته آب و هواشناسی گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز.
۲- استادیار، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز.
۳- دانشیار، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز.
٤- دانشیار، مرکز مطالعات سنجش از دور GIS، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

چکیده

پیش بینی در دنیای کنونی جز لاینفک زندگی بشر محسوب می گردد .پیش بینی روند دما نسبت به سایر پارامترهای اقلیمی در مطالعات محیطی و جوی از اهمیت ویژ ه ای برخوردار می باشد، زیرا در صنعت ، خشکسالی ، تبخیر وتعرق کار برد و فراوانی دارد. هدف از تحریر مطلب، پیش نگری نوسانات دما در فصل های سرد سال برای یازده سال آینده (۲۰۲۹-۲۰۱۹ با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی و سری زمانی آریما (Auto Arima) و مقایسه مدل‌های نامبرده در شهرستان الشتر واقع در استان لرستان است. برای تحقق هدف فوق ؛ آمار اقلیمی ۱۲ ایستگاه، ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در استان لرستان مورد مطالعه قرار گرفته است که از بین آن‌ها، ۶ ایستگاه سینوپتیک شهرستان های؛ الشتر ، الیگودرز ، بروجرد، نور آباد، پلدختر مورد مطالعه و بررسی واقع شده است. داده های اقلیمی دما در یک دوره آماری۳۰ساله از سال (۲۰۱۰-۱۹۸۰) از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. پارامترهای مورد استفاده در مدل های فوق شامل میانگین حداقل وحداکثر دمای فصلی می‌باشند. که با استفاده از مدل سازی شبکه عصبی مصنوعی، سری زمانی آریما از طریق لایه‌های ورودی ، مخفی، خروجی به وسیله نرون وپرسپترون، به پیش نگری تغییرات میانگین دمای فصلی می پردازند . محاسبات میانگین تغییرات دمای فصلی در بازه زمانی (۲۰۱۸-۱۹۹۸ با پکیج (Forecasts فرکست و شاخص RMSE تحلیل گرNNAR انجام شد . نمودارها و گراف ها ترسیم شده است و نتایج بدست آمده جهت پیش نگری دمای فصلی در مقایسه مدل قید شده با دقت ۹۵-۸۰ درصدی نشان دهنده آنست که بیشترین دقت اندازه گیری پیش نگری دما در فصل تابستان با ۳۳٪ وکمترین دقت اندازه گیری در فصل پاییز با ۸۱٪ می باشد . نشان از مقایسه دو مدل ذکر شده مشخص شد که مدل شبکه عصبی کارایی بهتر ی نسبت به مدل آریما بر خوردار است .

کلید واژه‌ها: پیش نگری، سری زمانی آریما، شبکه عصبی مصنوعی، شهرستان الشتر، دمای میانگین فصلی.

* نویسنده مسئول: ۹۰۵۳۹۲۶۷۹۲ Email: manijeh2002@yahoo.com

مقدمه

مهمترین رکن یک پژوهش علمی و کاربردی بیان مسئله است، زمانی یک مسئله می تواند علمی وکاربردی باشد که ایجاد چالش کند در رابطه باحل مسئله و هدف کار رو شفاف مشخص کند و همچنین چالش هایی که در رابطه با مسئله مورد نظر بوجود آمده است پژوهشگر با استفاده از مدل های شبیه سازی یکی از چالش ها را ازسر راه بردارد وکارش بعنوان منبع اطلاعاتی باشد و برای تحقیقات آینده پژوهشگران اقلیمی از آن استفاده کنند . در این تحقیق بیان مسئله حاضر بیان پیش نگری میانگین دمای فصلی است که بعنوان یک پژوهشگر باید مشخص کنیم چرا تغییرات دمای میانگین فصلی را باید بررسی کنیم؟ دما چه عنصری است جواب این چراها و پرسش ها، در برابرش فرضیه سازی کنیم بعد از تدوین فرض ها داده اقلیمی دما منطقه مورد مطالعه و ایستگاه های همجوار منطقه تهیه کرده و نیز منطقه مورد مطالعه را مشخص کنیم، سپس توانمندی و پتانسیل های مکان مورد مطالعه شناسایی کنیم چه پارامترهای اقلیمی با عنصر دما رابطه مستقیم دارد وتاثیر گذار است برای شروع کار ، با استفاده از مدل سازی (شبیه سازی) ومقایسه ودقت پیش نگری از دو مدل استفاده کرده با مقایسه و دقت اندازه گیری میزان خطا های آنها بررسی کرده ، زیرا دما یک کمیت فیزیکی است مقداری از انرژی تابشی خورشید توسط عوارض سطح زمین جذب شده تبدیل به انرژی حرارتی می شود این انرژی به شکل دما یا درجه جلوه می کند در بین عناصر اقلیمی مختلف دما و بارش از اهمیت خاص بر خوردار است برای پیش نگری این عنصر کلیدی مهم اقلیمی هدف ما این است که تغییرات میانگین دما فصلی را در فصول سال بررسی کنیم ومیزان تغییرات فصل ها را با دقت ٪۹۵و ٪۸۰ با استفاده از شیکه عصبی مصنوعی – مدل سری زمانی آریما Arima شاخص RMSE مشخص کنیم وهمچنین مدل ها را باهم مقایسه کنیم کدام پیش نگری تغییرات دما را بهتر انجام می دهد . تا پژوهشگران در تحقیقات آینده از این مدل ها استفاده و تست کنند برای پیش نگری سایر پارامترهای اقلیمی و نیز پیامدهای تاثیر گذار تغییرات دما فصلی برچه عناصر اقلیمی از جمله رطوبت نسبی– تبخیر و تعرق– صنعت– حمل و نقل - پل وسایر زیر ساخت ها تاثیر گذار است در این رابطه برنامه ریزی ومدیریت درست صورت گیرد . در قرن بیست و یکم تغییرات آب و هوایی یکی از بزرگترین تهدیدات زیست محیطی برای جهان در نظر گرفته شده است. تغییرات در آب و هوای فرین با توجه به اثرات منفی بیشتر بر جامعه انسانی و محیط طبیعی نسبت تغییرات در میانگین آب و هوا تخمین زده می‌شود (محمود و بابل، ۲۰۱٤). بر پایه گزارش چهارم هیأت بین الدول تغییر اقلیم که با عنوان گزارشات ارزیابی تغییر اقلیم انتشار یافته است، افزایش جهانی دما و رخداد تغییر اقلیم با بهره گیری از داده های اندازه گیری شده دمای سطح خشکی ها و آبهای جهان تأیید شده است (آی پی سی سی، ۲۰۱٤). اولین اثر تغییر اقلیم روی عناصر اتمسفری به ویژه درجه حرارت و بارش است، سپس با توجه به ارتباط بین عناصر اتمسفری و اکوسیستمهای زمینی، منابع آب، پوشش گیاهی، خاک و همچنین زندگی انسان تحت تأثیر این پدیده قرار خواهد گرفت؛ بنابراین بررسی روند متغیرهای اتمسفری مانند دما از اهمیت ویژهای برخوردار است (آبکار و همکاران، ۱۳۹۲).

دما مقداری از انرژی تابشی خورشید توسط عوارض سطح زمین جذب شده تبدیل به انرژی حرارتی می شود این انرژی به شکل دما یا درجه جلوه می کند در بین عناصر اقلیمی مختلف دما و همچنین بارش اهمیت خاصی دارد. اگر چه اصلیترین عامل ایجاد دما انرژی حاصل از جذب تابش کوتاه خورشیدی در سطح زمین است.

دما از جمله عناصر مهم اقلیمی است که در ایجاد آن علاوه بر انرژی تابشی خورشید، عوامل متعددی از قبیل ماهیت فیزیکی، هدایت گرمایی ناهمواری و ارتفاع سطح زمین و همچنین وزش باد و شرایط ابر ناکی دخالت دارند. بطور کلی مناطق حاره که در طول سال در معرض تابش سرشار و یکدست خورشید قرار دارند. با دمایی بالا، همراه با نوسا ن های ضعیف حرارتی مشخص می شوند. در حالی که در عرضهای میانه و بالا به دلیل تغییرهایی در روند سالانه تابش دما کمتر اما نوسانهای فصلی شدیدتر است بدیهی است نه تنها زاویه تابش بلکه میزان جذب آلبدو و عمق نفوذ تابش در سطح زمین چگونگی دمای آن تعیین کننده است (گویگان، ۱۹۹۹). از طرف دیگر خود دمای متفاوت در شرایط یکسان تابش خورشید نشانه گرمای ویژه وهدایت گرمایی متفاوت در سطوح مختلف سطح زمین است. به همین دلیل سطح شنزار

به دلیل ظرفیت گرما در طول روز بشدت گرم و در طول شب بسیار سرد می شود. در حالی که آبها با ظرفیت جذب گرمایی زیاد خود تعادل گرمایی بیشتری دارند و به آهستگی گرم و سرد می شوند. موضوع روند دما و به خصوص حداقل دما در بسیاری از مطالعات مربوط به اثرات تغییر اقلیم مورد توجه بوده است. بیشتر مطالعات و بررسی ها نشان می دهد چه در دوره مشاهداتی و داده های ثبت شده دما و چه در خروجی مدلهای گردش عمومی جو یک روند افزایشی در دما مشاهده می شود. نکته مهم در این زمینه نرخ افزایشی شدیدتر در دمای حداقل نسبت به دمای حداکثر است (محمدی و همکاران، ۱۳۹). بنابراین پیش نگری بلندمدت متغییرهای اقلیمی جهت اطلاع از میزان تغییرات آنها و در نظرگرفتن تمهیدات لازم به منظور تعدیل اثرات سوء ناشی از تغییرات اقلیمی مورد توجه بسیاری از مجامع علمی جهانی قرار گرفته است. بر همین اساس مدلهای گردش عمومی جو توسعه یافته‌اند (کویان و همکاران، ۲۰۰٤). هر چند که این مدلها در مقیاس فضایی اتمسفری و قاره ای نتایج معناداری را به نمایش می گذارند و بخش بزرگی از پیچیدگی سیستم کره زمین را ترکیب می کنند، اما ذاتاً قادر نیستند که دینامیک و اشکال با شبکه؛ ریز مقیاس تر محلی را به نمایش گذارند (ویگلی و همکاران، ۱۹۹۰). (شارما و همکاران، ۲۰۰۷)، (کارتر و همکاران، ۱۹۹٤). بنابراین ارزیابی تأثیر تغییرات در مقیاس محلی نیازمند رویکردی استتا شکاف موقتی و فضایی بین متغییرهای اقلیمی بزرگ مقیاس و متغییرهای هواشناسی با مقیاس محلی را پر کند که در این مورد رویکرد اساسی همان تکنیک های ریزمقیاس گردانی هستند (ویلبی و همکاران، ۲۰۰۲). امروزه مدلهای گردش عمومی جو قویترین ابزار برای تولید سناریوهای اقلیمی است (صالح پورجم، ۱۳۹۳: ٦۷). در واقع مدلهای گردش عمومی هیچگاه نمی توانند مستقیم برای پیش نگری های منطقه ای یا نقطه ای استفاده شوند که به دو دسته آماری و دینامیکی تقسیم می‌شوند (شمسی پور، ۲۰۱۳). امروزه پژوهشگران با ابداع علومی همانند روشهای هوشمند که ابزاری توانمند و انعطاف پذیر هستند، به دنبال راههایی فراتر از روشهای معمول برای شناخت و پیش بینی پارامترهای مهم هواشناسی هستند. شبکه های عصبی مصنوعی یکی از این روشها ست که قادر به محاسبه توابع حسابی و منطقی هستند (خلیلی و همکاران،۱۳۸۵: ۲). روش شبکه عصبی مصنوعی یک روش جدید در حل مسائل پیچیده و زمان بر است. بیشترین کاربرد این روش در مورد مسائلی است که ارتباط غیرخطی میان پارامترهای معلوم و مجهول آن وجود دارد؛ زیرا یکی از قابلیت های مهم شبکه عصبی مصنوعی، درک رفتار غیرخطی سیستم است (غضنفری و همکاران، ۲۰۰۸). قدرت انعطاف و تصحیح پذیری زیاد این شبکه ها با داده‌های موجود به گونه ای است که قادرند با سازماندهی مشخص، نظم و هماهنگی بین داده‌ها را پیدا و براساس بردارهای ورودی، مقادیر و بزرگی یک پدیده را پیش نگری کنند (کنرادس و روهل، ۱۹۹۹). اساس کار شبکه های عصبی مصنوعی بر پایه یادگیری فرآیند با استفاده از الگو است (لوکیو، ۲۰۰۷). امروزه از شبکه های عصبی در شبیه سازی تغییرات عناصر اقلیمی در مقیاس منطقه ای استفاده زیادی میشود. برقراری ارتباط منطقی بین داده‌های ورودی و خروجی بدون لحاظ نمودن رابطه فیزیکی بین آنها از ویژگی‌های اصلی این شبکه ها محسوب می شود (کولیبالی و همکاران، ۲۰۰۵).

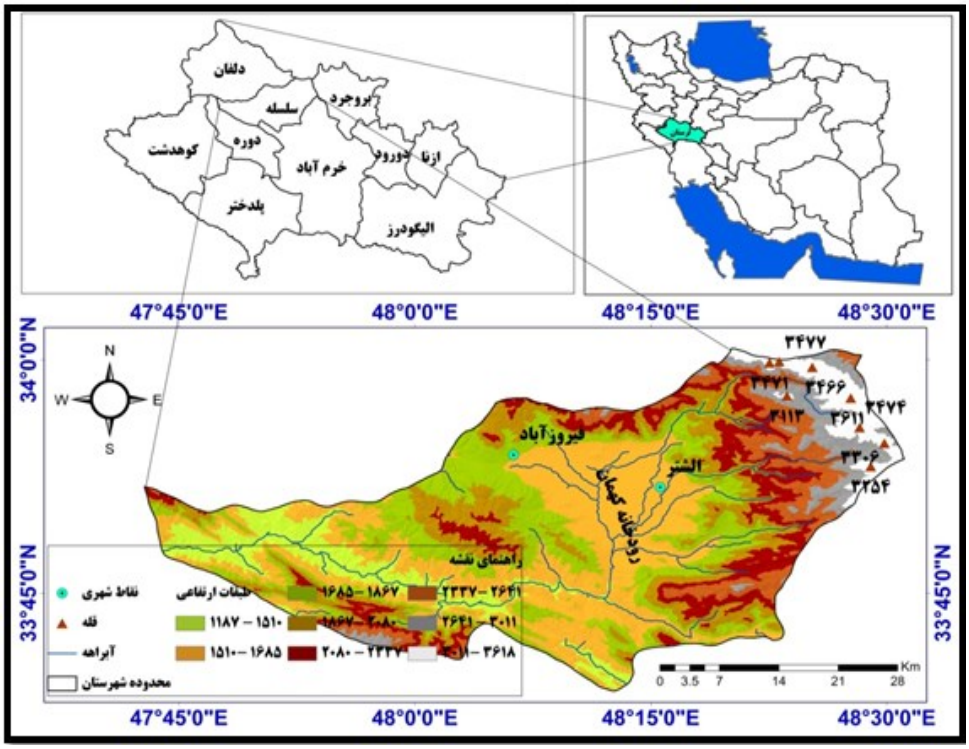
هدف این تحقیق،مدل سازی پیش نگری تغییرات میانگین فصلی دما در شهرستان الشتر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ومدل سری زمانی آریما است که روند تغییرات دما برای یازده سال آینده طی بازه زمانی 2019-2029 پیش نگری شده است و همچنین مقایسه مدل های شبکه عصبی مصنوعی با مدل سری زمانی آریما در دقت پیش نگری باکمتر ین خطا رگرسیونی شاخص RMSE یعنی موقعیت خط نسبت به نقاط با کمترین فاصله بین نقاط و هر کدام عدد خطا رگرسیونی کمترین باشد نشانده دقت اندازه گیری است

مواد و روش ها در این تحقیق نوع مطالعه و روش بررسی فرضیه‌ها ترکیبی از روش‌های توصیفی و تجربی است. استخراج داده‌های زمین شناسی، توپوگرافی و اقلیمی مشمول روش‌های توصیفی است. تحلیل و بررسی داده‌های هواشناسی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی مختلف اقلیمی مورد نیاز و انجام تحلیل‌های اقلیمی در منطقه مورد مطالعه و به کار گیری مدلهای اقلیمی در زمره روشهای تجربی است.

موقعیت جغرافیایی شهرستان الشتر

شهرستان سلسله (الشتر) یکی از شهرستان‌های استان لرستان، بین ۳۳ درجه و ٤۰ دقیقه تا ۳٤ درجه عرض جغرافیایی شمالی و ٤۷ درجه و ٤۰ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول جغرافیایی

شرقی واقع شده است. این شهرستان از شمال و شمال شرقی به شهرستان دلفان و استان همدان، از شرق به شهرستان بروجرد، از جنوب و جنوب غربی به شهرستان خرم آباد و از جنوب شرقی به شهرستان دوره محدود می‌شود. ارتفاعات مهم منطقه مورد مطالعه با امتداد شمال غربی جنوب شرقی جزء رشته کوه های زاگرس به حساب می آیند که مهم‌ترین این ارتفاعات شامل؛ ورخاش (۳۶۱۸ متر)، شاه نشین (۳٤۵۸ متر)، ولاش (۳۲۷۰ متر)، میش پرور (۳۵۸۵ متر)، داریکنان (۲۸۸۵ متر)، خرگوشناب (۲۵۳۰ متر) و کوه مهاب (۲۷۸۵ متر) هستند. حداکثر ارتفاع منطقه ۳٦۱۸ متر و حداقل آن ۱۱۸۷ متر از سطح دریا است. میانگین ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۹۲٦ متر است.



جدول ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

از نظر اقلیمی، منطقه مورد مطالعه که در غرب کشور و در دامنه غربی رشته کوه زاگرس قراردارد دارای اقلیم مدیترانه‌ای و نیمه مرطوب با زیر اقلیم سرد و فراسرد (یا ارتفاعی) می‌باشد. (پهنه بندی کوپن) میزان بارندگی از حدود ٤۵۰ میلی‌متر در نواحی مرکزی منطقه تا بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر در ارتفاعات شمال غربی (ارتفاعات گرین) در طول سال متغیر و متوسط بارندگی در محدوده مورد مطالعه۵۵٤ میلی‌متر در سال تعیین گردیده است. این منطقه عمدتاً متاثر از کم‌فشارهای باران زای مدیترانه‌ای و دریای سیاه می‌باشد و گاهاً نیز کم- فشارهای سودانی آنرا تحت تاثیر قرار می‌دهند. بعلت قرارگرفتن اکثر اراضی منطقه در ارتفاع بالاتر از ۱٦۰۰ متر از سطح دریا سهم قابل‌توجهی از ریزش‌ها در فاصله ماههای آبان لغایت اردیبهشت به صورت برف پایدار و نیمه پایدار می‌باشد. رژیم رودخانه از نظر منشاء، جریان بارانی- برفی است (علیجانی و همکاران، مبانی ۱۳۸۰، ص۱۲٦).

جدول نتیجه گیری ایستگاه های مورد مطالعه انتخاب شده با استفاده از مدل های شبکه عصبی – مدل سری زمانی آریما

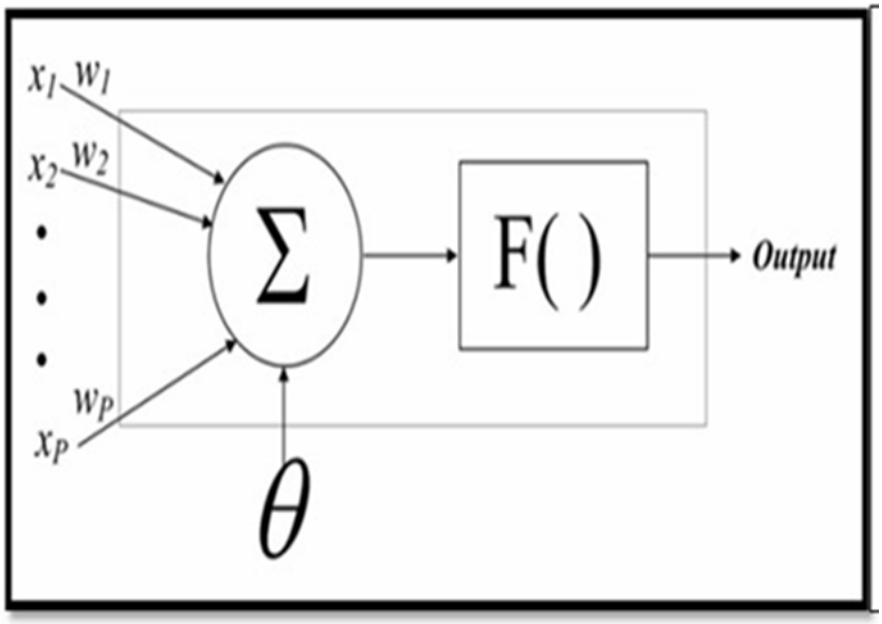
ایستگاه ها	شبکه عصبی NNAR خطا رگرسیون RMSE	مدل سری زمانی آریماMe (RMSE Arima	نتیجه گیری مقایسه مدل ها از نظر دق دقت اندازگیری میزان خطای رگریونی در پیش نگری تغییرات میانگین دما
الشتر	ME= 0/003 RMSE=0/86	ME=0/005 RMSE=2/25	ایستگاه الشتر شیبکه عصبی از مدل سری زمانی بهتر دقت داشته
الیگودرز	ME =0/086 RMSE=1/59	ME=0/003 RMSE=0/86	استگاه الیگودرز مدل آریما دقت بیشتر داشته است
بروجرد	ME=0/009 RMSE=2/018	ME=0/111 RMSE= 1/70	در ایستگاه بروجرد مدل آریما دقت بیشتری داشته است
ورآباد	ME=0/002 RMSE= 0/68	ME=0/086 RMSE=1/59	در ایستگاه نور آباد مدل شبکه عصبی دقت بشتری داشته اشت
پلدختر	ME=0/001 RMSE=0/74	ME=0/086 RMSE=1/59	مدل آریما بهتر عمل کرده
خرم آباد	ME=0/001 RMSE=1/28	ME=0/003 RMSE=0/65	در ایستگاه مدل شبکه عصبی بهتر بوده

استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و سری زمانی آریما

هدف این تحقیق مدل سازی پیش نگری تغییرات میانگین فصلی دما در منطقه مورد مطالعه شهرستان الشتر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مدل سری زمانی آریما می باشد وتعیین دقت اندازه گیری مدلهای شبکه عصبی و مدل سری زمانی آریما در پیش نگری تغییرات میانگین دما و همچنین مدل های شبیه سازی فوق برای پیش نگری تحقیقات پژوهشگران اقلیمی آینده مورد استفاده قرار گیرد و به تحقق برسد.

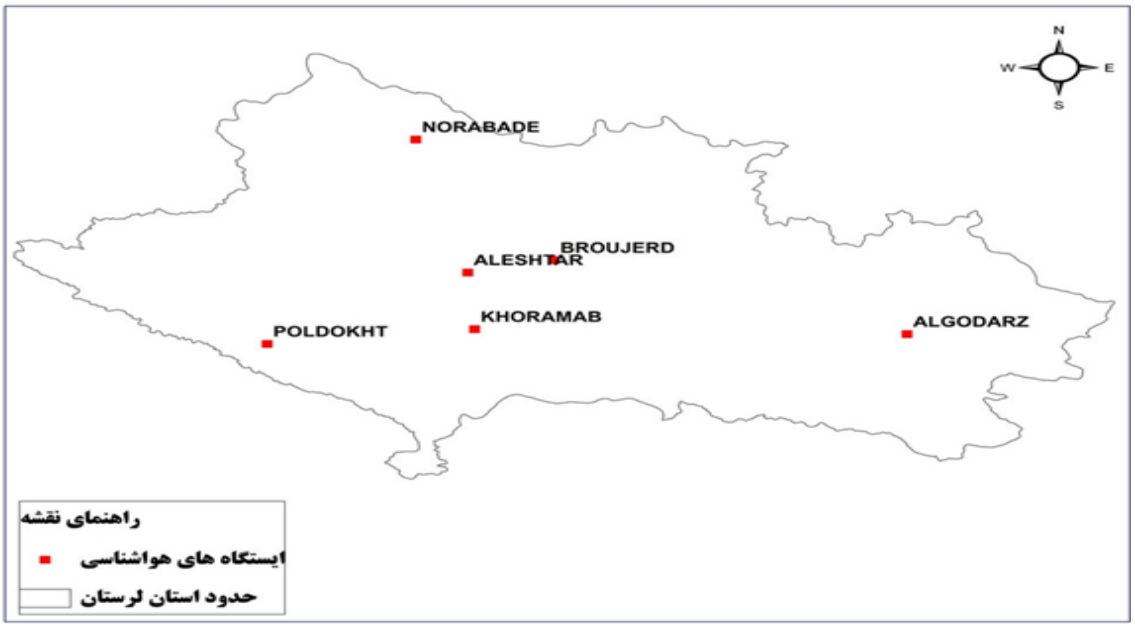
معرفی مدل شبکه عصبی مصنوعی

شبکه های عصبی مصنوعی(ANN) در واقع نوعی ر گرسیون غیرخطی است. این روش برگرفته از سیستمهای یادگیری دستگاه عصبی است که در آنها یک مجموعه پیچیده نرونهای متصل در کار یادگیری دخیل هستند. عصبها (اجتماعی از نرونها) اطلاعات و پیاهای الکتروشیمیایی را منتقل می کنند. اگر پیام از حدی مشخص (آستانه یا سرحد) بیشتر شود پیام منتقل می شود. مغز قادر است برای شناسایی الگوها و تفکیک الگوهای ناقص آموزش ببیند. به علاوه عملکرد مغز با از دست دادن برخی از نرونها از دست نخواهد رفت. نرون یک واحد تخمین گر ساده است که سیگنالها را از طریق راه های ورودی رشته ای شکل به نام دندریت دریافت و ترکیب می کند. نرون ها دارای سوما)بدنه ی سلول هسته و قسمت های حفاظتی) دندریت (منطقه ی ورودی سلول مجموعه ای از الیاف شاخه ای(آکسون)ناحیه ی خروجی و خط انتقال نرون، رشته های شاخه ای و بلندتر از سایر اجزای سلول و سیناپس(محل تلاقی آکسون سلول با دندریت سلول دیگر است) (Shanmuganathan and Samarasinghe, 2016).



شکل ۲- ساختار یک نرون مصنوعی

ANN با شناخت روابط ذاتی بین داده ها با فرآیند یادگیری و بانرون ها تلاش می کند، نگاشتی میان فضای ورودی (لایه ورودی) و فضای مطلوب (لایه خروجی) ارائه دهد. لایه (یا لایه های مخفی) اطلاعات دریافت شده از لایه ورودی را پردازش کرده و در اختیار لایه خروجی قرار می دهند. چندین الگوریتم آموزشی ANN وجود دارد. شبکه عصبی پس انتشار خطا (RBP) و پرسپترون چندلایه (MLP) با الگوریتم‌های آموزشی مختلف که معروف‌ترین آن‌ها لونبرگ- مارکوارت (LM) است در مطالعات هیدرولوژیکی رایج است (Safavi al et 2014).



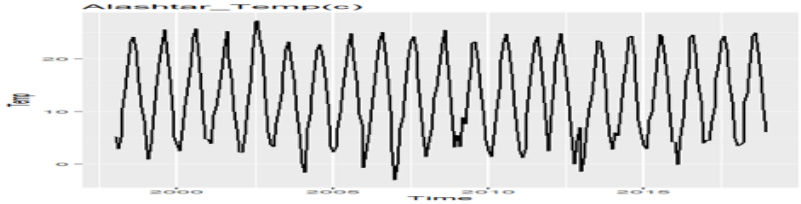
شکل ۳- ایستگاه های انتخابی منطقه مورد مطالعه شهرستان الشتر

نتایج

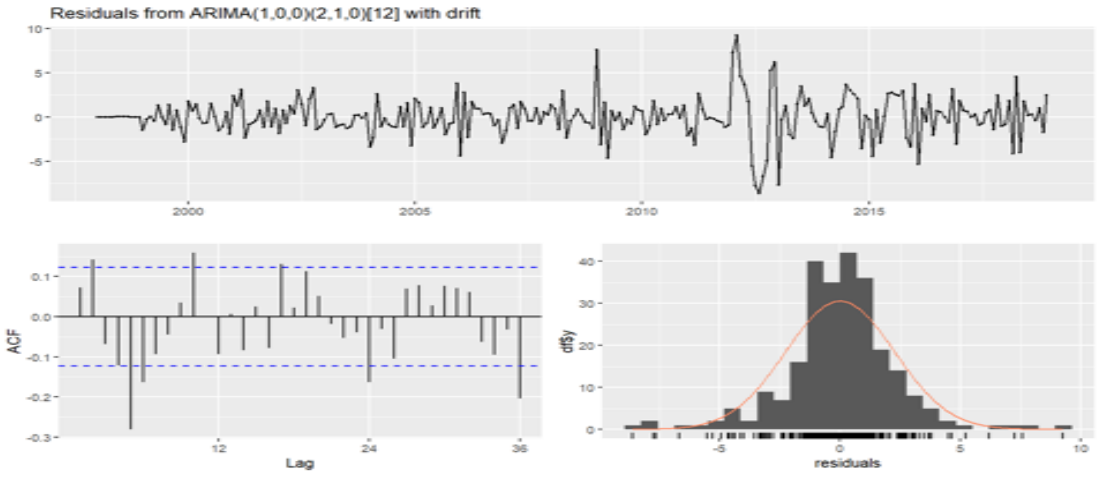
الف- شبیه سازی شبکه عصبی مصنوعی تغییرات میانگین دمای فصلی ایستگاه های انتخابی در منطقه مورد مطالعه شهرستان الشتر

در این پژوهش بررسی روند تغییرات دمای میانگین فصلی شهرستان الشتر از شش ایستگاه سینوپتیک : نورآباد،خرم آباد، بروجرد،الشتر،الیگودرز. پلدختر استفاده شده و داده های آماری دمای تک تک ایستگاه ها در دو مدل شبکه عصبی و مدل auto Arima تحلیل شدند و همه با هم مقایسه شدند و دمای این ایستگاه ها در بازه زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۸عنوان ورودی نرم افزار انتخاب گردیدند و عملیات تحلیل بر روی آنها انجام گرفت ومیانگین های دمای ماهانه وفصلی با عنوان خروجی شبکه عصبی و مدل آریما انتخاب گردید با توجه به این تحلیل می توان پیش نگری کرد بیشترین فصلی که ؛ دقت پیش نگری تغییرات دمای دارد فصل تابستان است و کمترین تغییرات با دقت ۹۵ درصد است مربوط به سرد سال است . با توجه به اطلاعات فوق کمترین دقت

آورد زمستان و پاییز است. در بین همه فصول در فصل بهار به دلیل تأثیر توده هوای مختلفی که این منطقه را تحت تاثیر قرار می دهد و به دلیل خارج نشدن بادهای غربی و کم فشار سودانی روند تغییرات خیلی زیاد وجود دارد .دریاز ده سال آینده تغییر آنچنانی نداریم با این مدل سازی که کردیم تغییرات شارپی وشدیدی دیده نشده احتمال ٪۹۵در صد مهم ترین داده است شده درجدول نقشه ها میانگین دمای فصل سرد وگرم و سالانه شاهد این هستیم که به احتمال زیاد در آینده تفاوت فصل ها شاید بیشتر بشوند به دلیل اینکه ما رخدادهای حدی استرکمی داریم دماهای بالا و دماهای بایین نقشه ایستگاه های مورد مطالعه در منطقه مورد نظر دمای ماهانه الشتر رو این نمودار نشان می دهد از بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ در این نمودار کمترین دما در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ است و بیشترین دما ۲۰۱۳ اختلاف زیادی داشته است



شکل٤- تغییرات فصلی دمای الشترمدل شبکه عصبی مصنوعی



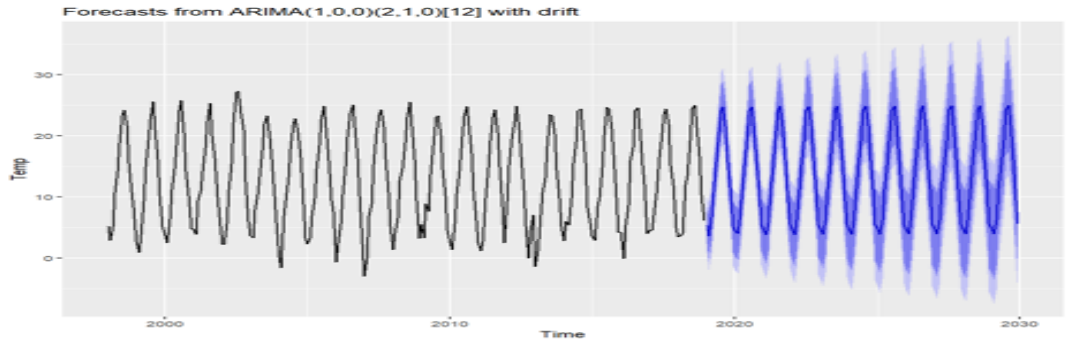
شکل٥- روند تغییرات دما فصل به فصل مدل ARIMA

بعد از بررسی داده ها ما از مدل ARIMA خودکار استفاده شد تا بهترین مدل برای پیش نگری دمای ماهانه در ایستگاه الشتر برای بازه مورد نظر برآورد شود. همانطور که از نمودار برآورد می شود ، می توان استنباط کرد. مدل به خوبی برازش

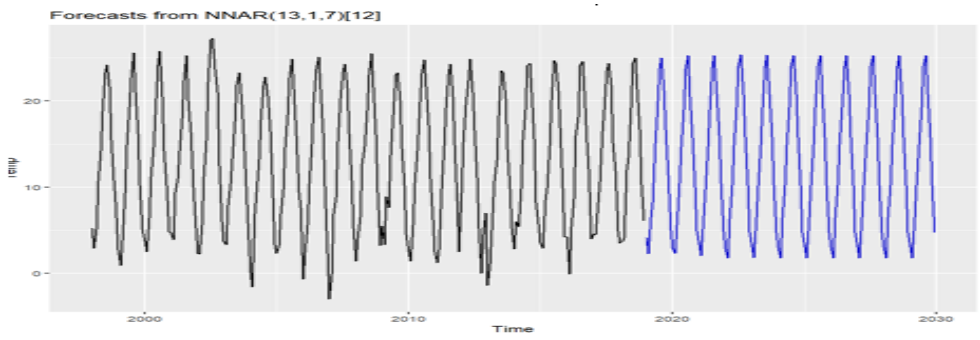
شده است و نمودار از پراکنش نرمال برخوردار است. مدل ما شامل ۳۶ LAG می باشد که Lag های شماره ۵ و و ۳۶ موثر ترین لگ ها در پیش نگری مدل را شامل می شود.مدل شبکه عصبی بهتر از مدل آریما عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد در واقع هر دو مدل دقت اندازه گیری برای پیش نگری دما بسیار مناسب هستند گراف شکل شماره دو قسمت نرمال میزان باقیمانده را در واقع در این نمودار این ویژگی را دارد که ۹۵ درصد باقیمانده ها در دو طرف منحنی بین ۲- و ۲+ می باشد که این نشان دهنده نرمال بودن آن است. در نتیجه مدلی که عدد کمتری را دارد مدل مناسب تری برای پیش نگری است.

این گراف نشان دهنده مقادیر پیش نگری شده توسط مدل اتوآریما می باشد که تا بازه زمانی 2018-2029 مقادیر دمایی را با احتمال ۸۰ و ۹۵ درصد نمایش می دهد.(مقادیر آبی کم رنگ و پر رنگ به ترتیب احتمال ۹۵ درصد و ۸۰ درصد می باشد). در رنگ ابی کم رنگ احتمال جا به جای وجود دارد حد آستانه تعیین شده ۹۵ درصد می باشد.

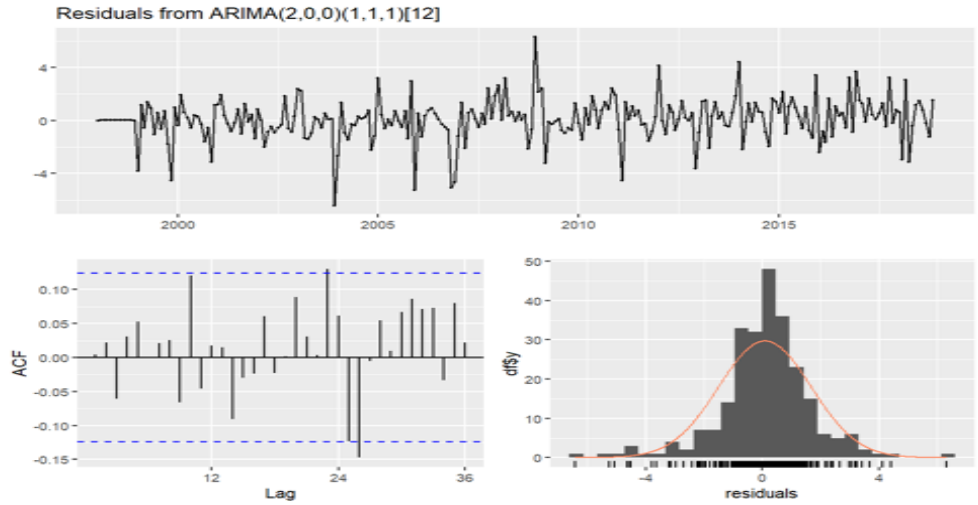
گراف به دست آمده با روش شبکه عصبی مصنوعی می باشد. که تا سال ۲۰۱۸تا۲۰۲۹ به صورت ماهانه پیش نگری شده است. از طریق رگرسیون Lag تشکیل به وزن بندی داده ها و سری زمانی پیش نگری می کند که یکی از مهمترین مدل ها است برای پیش نگری۱۲ ماهه هر سال است و از ۲۰ شبکه تشکیل شده و هر کدام از این مدل ها ۱۳ تا پرسپترون ۷تا نوت دارد و ۱ خروجی و ۱۰۶ بار وزنشان آداب شده است .مقایسه مدل شبکه عصبی و مدل آریما در ایستگاه الشتر مدل Arima {me=./0005 و RMSE=2/25 شبکه عصبی nnra{me=./0003 و RMSE=./86 در ایستگاه الشتر مدل شبکه عصبی بهتراز مدل آریما عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد.دقت پیش نگری ماهانه ۱۱ ساله بهتری دارد.



شکل۶- تغییرات فصل به فصل دمای الشتر با استفاده از مدل آریماARIMA



شکل۷- پیش نگری ماهانه دمای الشتر مدل شبکه عصبی



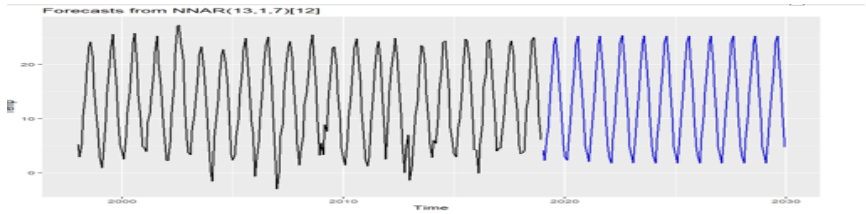
شکل۸- پیش نگری ماهانه دمای الیگودرز با دقت ۹۵ درصد

نمودار دمای ماهانه ا لیگودرز بین سال های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ تغییرات دما بین بازه ۲۰۰٤تا ۱۹۹۸ کمترین را داشته است و بیشترین تغییرات ۲۰۰۹- تا ۲۰۰٤ و ۲۰۱۳دما را داشته است بعد از بررسی داده ها از مدل ARIMA خودکار استفاده شد تا بهترین مدل برای پیش نگری دمای ماهانه در ایستگاه الیگودرز برای بازه مورد نظر برآورد شود. همانطور که از نمودار برآورد می شود استنباط کرد مدل به خوبی برازش شده است و نمودار از پراکنش نرمال برخوردار است. مدل ما شامل ۳٦ LAG می باشد که Lag های شماره ۵ و و ۳٦ موثر ترین لگ ها در پیش نگری مدل را شامل می شود.مدل شبکه عصبی بهتر از مدل آریما عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد در واقع هر دو مدل دقت اندازه گیری برای پیش نگری دما بسیار. مناسب هستند گراف شکل شماره دو قسمت نرمال میزان باقیمانده را در واقع در این نمودار این ویژگی را دارد که ۹۵ درصد باقیمانده ها در دو طرف منحنی بین ۲- و ۲+ می باشد که این نشان دهنده نرمال بودن آن است.در نتیجه مدلی که عدد کمتری را دارد مدل مناسب تری برای پیش نگری است .نمودار آریما الیگودراز دقت اندازه گیری بهتری نسبت به مدل شبکه عصبی دارد پس مناسب ترین مدل برای پیش بین دمای شهر الیگودرز مدل آریما می‌باشد شکل پیش نگری تغییرات دمای شهر الیگودرز با احتمال ۹۵ درصد و ۸۰ درصد این نمودار پیش نگری تغییرات دما شهر الیگودرز با حد استانه ۹۵ درصد و ۸۰ درصد نشان می دهد که در این نمودار بیشترین تغییرات دمای با احتمال ۹۵ درصد مشاهده می شود یعنی جا به جای هوا صورت می گیرد.

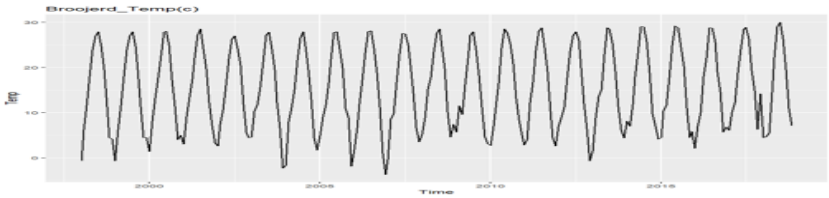
گراف به دست آمده با روش شبکه عصبی مصنوعی می باشد. که تا سال ۲۰۲۹تا ۲۰۱۸به صورت ماهانه پیش نگری شده است. از طریق رگرسیون Lag تشکیل به وزن بندی داده ها و سری زمانی پیش نگری می کند که یکی از مهمترین مدل ها است برای پیش نگری۱۲ ماهه هر سال است و از ۲۰ شبکه تشکیل شده و هر کدام از این مدل ها ۱۳ تا پرسپترون و۷تا نوت دارد و ۱ خروجی و ۱۰٦ بار وزنشان آداب شده است .مقایسه مدل شبکه عصبی و مدل آریما در ایستگاه الیگودرز مدل Arima {me=./0003 و RMSE=./86 شبکه عصبی nnra{me=./086 وRMSE=1/59 در ایستگاه الیگودرز مدل آریما بهتراز شبکه عصبی عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد. پس مدل اریما مناسب است برای پیش نگری دمای ایستگاه الیگودرز نمودار دمای ماهانه بروجرد از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ مدل شبکه عصبی بروجرد ۲۹-۲۰ بصورت ماهانه پیش نگری شده کمترین تغییرات از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ بیشترین تغییرات دما از ۲۰۱۸. بعد از بررسی داده ها ما از مدل ARIMA خودکار استفاده شد تا بهترین مدل برای پیش نگری دمای ماهانه در ایستگاه بروجرد برای بازه مورد نظر برآورد شود. همانطور که از نمودار برآورد می شود استنباط کرد مدل به خوبی برازش شده است و نمودار از پراکنش نرمال برخوردار است. مدل ما شامل ۳٦ LAG می باشد که Lag های شماره ۵ و ۳٦ موثر

ترین لگ ها در پیش نگری مدل را شامل می شود.مدل شبکه عصبی بهتر از مدل آریما عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد در واقع هر دو مدل دقت اندازه گیری برای پیش نگری دما بسیار مناسب هستند گراف شکل شماره دو قسمت نرمال میزان باقیمانده را در واقع در این نمودار این ویژگی را دارد که ۹۵ درصد باقیمانده ها در دو طرف منحنی بین ۲- و ۲+ می باشد که این نشان دهنده نرمال بودن آن است.در نتیجه مدلی که عدد کمتری را دارد مدل مناسب تری برای پیش نگری است . نمودار نرمال برای ارزیابی مدل ساخته شده نیز نمایش نمودار تابع خود همبستگی باقیمانده (خطا) Rsidual autocorrelation function ضروری است همچنین مشاهده نمودار تابع خود همبستگی جزئی نیز ما را در ارزیابی صحیح ما را همراهی می کند.

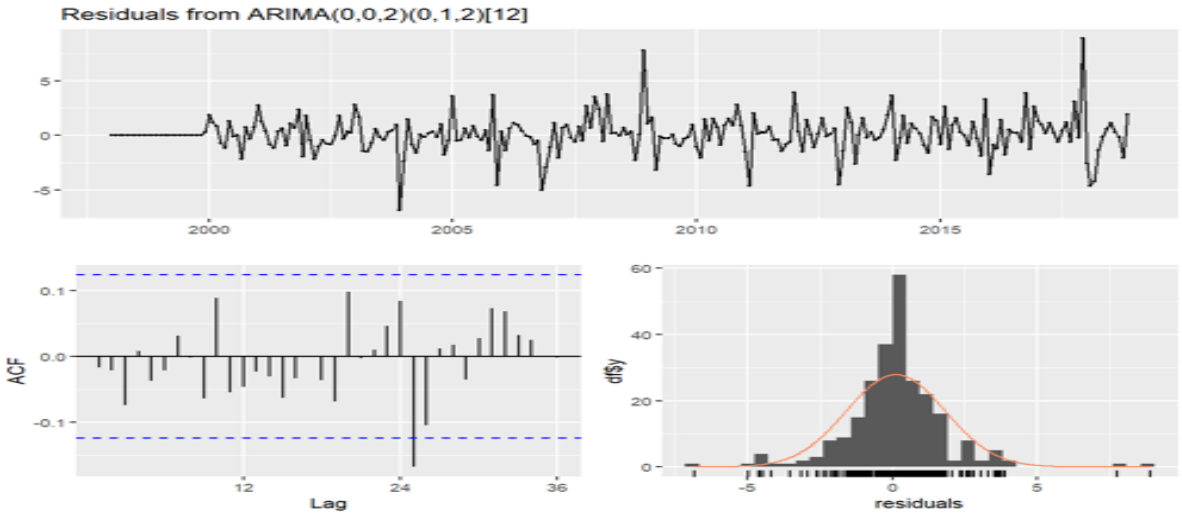
پیش نگری دمای بازه زمانی ۲۹-۲۰ مدل اتو آریما می باشد که تا بازه زمانی ۲۹-۲۰ تا۲۰۱۸مقادیر دمای را با احتمال ۸۰ و ۹۵ درصد نمایش می دهد در این نمودار احتمال جا به جایی وجود دارد حد استانه تعیین شده ۹۵ درصد می باشد. مقادیر پیش نگری شده توسط شبکه عصبی مصنوعی برای بروجرد هست.



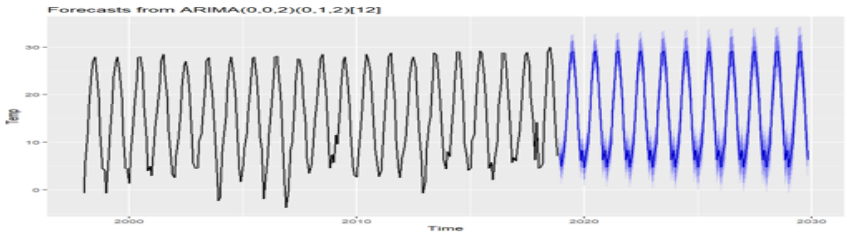
شکل ۹- پیش نگری دمای ماهانه ایستگاه الیگودرز با استفاده از مدل شبکه عصبی



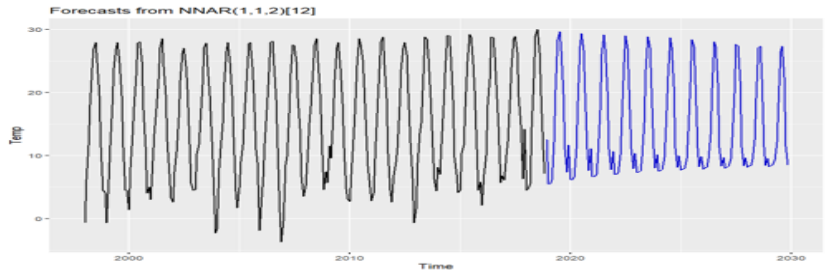
شکل۱۰- پیش نگری دمای ماهانه مدل شبکه عصبی ایستگاه بروجرد



شکل ۱۱-پیش نگری دمای فصل به فصل ۱۱ سال ایستگاه بروجرد مدل آریما



شکل ۱۲- پیش نگری تغییرات فصل به فصل دمای ایستگاه بروجرد مدل آریما



شکل ۱۳- پیش نگری دمای ماهانه ۱۲ ماهه ایستگاه بروجرد مدل شبکه عصبی مصنوعی

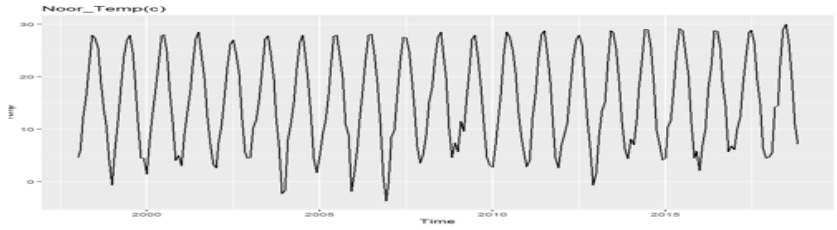
گراف به دست آمده با روش شبکه عصبی مصنوعی می باشد. که تا سال ۲۰۲۹ به صورت ماهانه پیش نگری شده است. از طریق رگرسیون Lag تشکیل به وزن بندی داده ها و سری زمانی پیش نگری می کند که یکی از مهمترین مدل ها است برای پیش نگری۱۲ ماهه هر سال است و از ۲۰ شبکه تشکیل شده و هر کدام از این مدل ها ۱۳ تا پرسپترون و ٦تا نوت دارد و ۱ خروجی و ۱۰٦ بار وزنشان آداب شده است .مقایسه مدل شبکه عصبی و مدل آریما در ایستگاه بروجرد مدل ARIMA{ME./111 و RMSE=1/70 شبکه عصبی NNRA{ME =./ 0009 و RMSE=2/018 در ایستگاه بروجرد مدل آریما بهتراز شبکه عصبی عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد.پس مدل اریما مناسب است برای پیش نگری دمای ایستگاه بروجرد.

این مدل ۱۰ تا ۱۲ مدل راRun می کند و روند اختلاف دمای فصلی را در بازه زمانی 2000 -1998 کمترین و بیشترین 2013 می باشد.

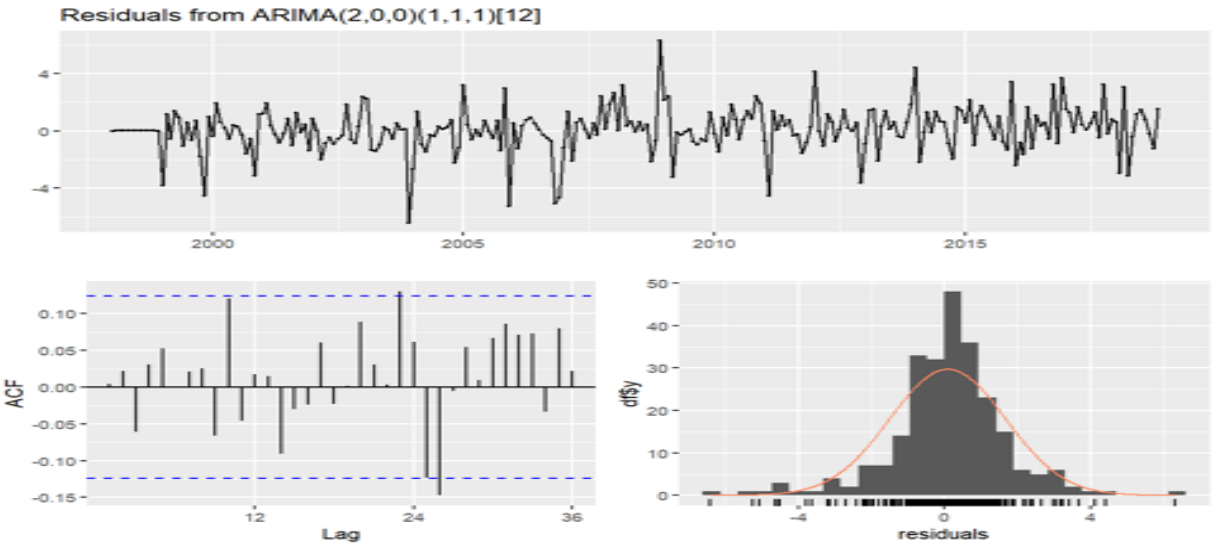
بعد از بررسی داده ها ما از مدل ARIMA خودکار استفاده شد تا بهترین مدل برای پیش نگری دمای ماهانه در ایستگاه نوراباد برای بازه مورد نظر برآورد شود. همانطور که از نمودار برآورد می شود استنباط کرد مدل به خوبی برازش شده است و نمودار از پراکنش نرمال برخوردار است. مدل ما شامل ۳٦ LAG می باشد که Lag های شماره ۵ و و ۳٦ موثر ترین لگ ها در پیش نگری مدل را شامل می شود.مدل شبکه عصبی بهتر از مدل آریما عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد در واقع هر دو مدل دقت اندازه گیری برای پیش نگری دما بسیار مناسب هستند گراف شکل شماره دو قسمت نرمال میزان باقیمانده را در واقع در این نمودار این ویژگی را دارد که ۹۵ درصد باقیمانده ها در دو طرف منحنی بین ۲- و ۲+ می باشد که این نشان دهنده نرمال بودن آن است.در نتیجه مدلی که عدد کمتری را دارد مدل مناسب تری برای پیش نگری است . نمودار نرمال برای ارزیابی مدل ساخته شده نیز نمایش نمودار تابع خود همبستگی باقیمانده (خطا) Rsidual autocorrelation function ضروری است همچنین مشاهده نمودار تابع خود همبستگی جزئی نیز ما را در ارزیابی صحیح همراهی می کند.در این شکل مدل آریما به خوبی عمل کرده است.

پیش نگری دمای بازه زمانی۲۰۲۹تا۲۰۱۹ مدل اتو آریما می باشد که تا بازه زمانی ۲۹-۲۰ مقادیر دمای را با احتمال ۸۰ و ۹۵ درصد نمایش می دهد در این نمودار احتمال جا به جایی وجود دارد حد آستانه تعیین شده ۹۵ درصد می باشد.

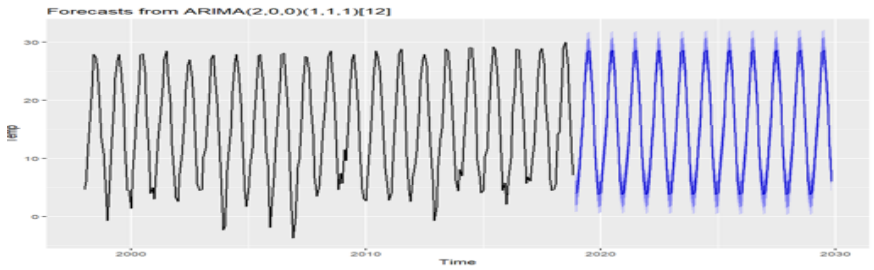
این مدل ۱۰ تا ۱۲ مدل را Run می کند و روند اختلاف دمای فصلی را در بازه زمانی 1998 -2000 کمترین و بیشترین 2013 می باشد.



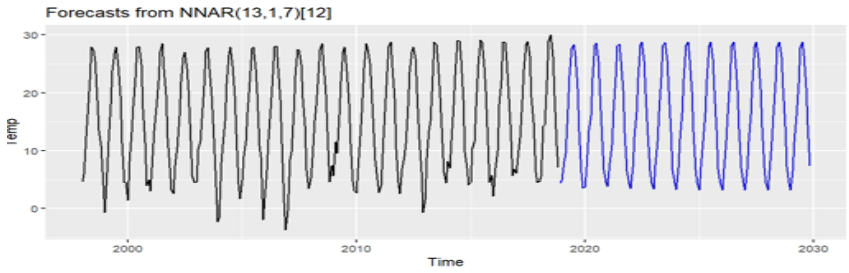
شکل ۱۴-پیش نگری دمای فصلی در بازه زمانی **1998-2018** با روش شبکه عصبی ایستگاه نور آباد



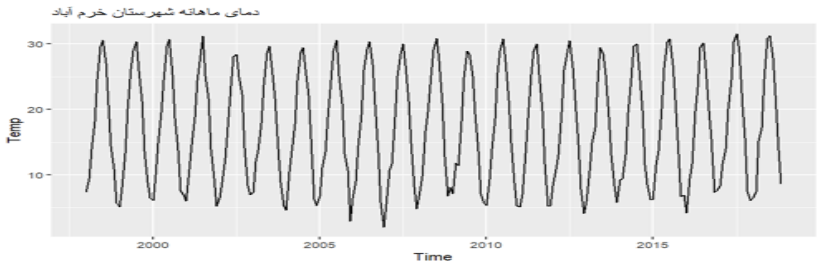
شکل ۱۵-پیش نگری دمای فصل به فصل مدل آریما ایستگاه نوراباد



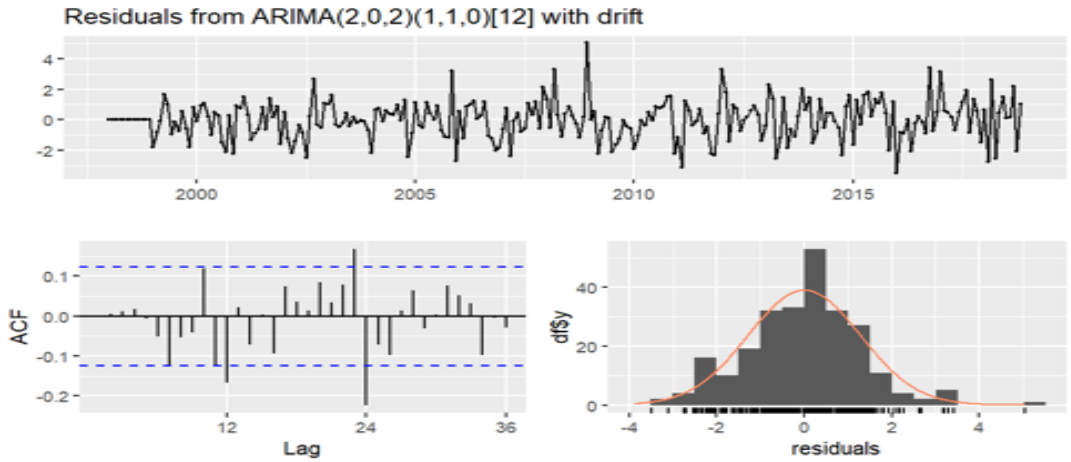
شکل ۱۶- تغییرات فصل به فصل دمای ایستگاه نورآباد مدل آریما



شکل ۱۷-پیش نگری دمای ماهانه مدل شبکه عصبی ایستگاه نورآباد



شکل۱۸- مدل پیش نگری دمای ۱۱ ساله تغییرات دمای فصلی ایستگاه خرم آباد



شکل۱۹- پیش نگری دمای فصل به فصل ۱۱ ساله مدل آریما ایستگاه خرم آباد

بعد از بررسی داده ها ما از مدل ARIMA خودکار استفاده شد تا بهترین مدل برای پیش نگری دمای ماهانه در ایستگاه خرم اباد برای بازه مورد نظر برآورد شود. همانطور که از نمودار برآورد می شود، می توان استنباط کرد مدل به خوبی برازش شده است و نمودار از پراکنش نرمال برخوردار است. مدل ما شامل ۳۶ LAG می باشد که Lag های شماره ۵ و ۳۶ موثر ترین لگ‌ها در پیش نگری مدل را شامل می‌شود. مدل شبکه عصبی بهتر از مدل آریما عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد در واقع هر دو مدل دقت اندازه گیری برای پیش نگری دما بسیار مناسب هستند گراف شکل شماره دو قسمت نرمال میزان باقیمانده را در واقع در این نمودار این ویژگی را دارد که ۹۵ درصد باقیمانده ها در دو طرف منحنی بین ۲- و ۲+ می باشد که این نشان دهنده نرمال بودن آن است.در نتیجه مدلی که عدد کمتری را دارد مدل مناسب تری برای پیش نگری است . نمودار نرمال برای ارزیابی مدل ساخته شده نیز نمایش نمودار تابع خود همبستگی باقیمانده (خطا) Rsidual autocorrelation function ضروری است همچنین مشاهده نمودار تابع خود همبستگی جزئی نیز ما را در ارزیابی صحیح ما را همراهی می‌کند. در این شکل مدل اریما به خوبی عمل کرده است.

این گراف نشان دهنده مقادیر پیش نگری شده توط مدل اتو آریما می باشد که باز زمانی ۲۰۲۹-۲۰۱۹ مقادیر دمای را با احتمال ۸۰ درصد و ۹۵ درصد نشان می دهد که در این احتمال جا به جایی وجود دارد با احتمال ۹۵ درصد حد استانه تعیین شده است.

گراف به دست آمده با روش شبکه عصبی و مصنوعی می باشد که تا سال 2029-1998پیش نگری شده است

گراف به دست آمده با روش شبکه عصبی مصنوعی می باشد. که تا سال 2029-1998 به صورت ماهانه پیش نگری شده است. از طریق رگرسیون Lag تشکیل به وزن بندی داده ها و سری زمانی پیش نگری می کند که یکی از مهمترین مدل ها است برای پیش نگری۱۲ ماهه هر سال است و از ۲۰ شبکه تشکیل شده و هر کدام از این مدل ها ۱۳ تا پرسپترون و ۷تا نوت دارد و ۱ خروجی و ۱۰۶ بار وزنشان آداب شده است .مقایسه مدل شبکه عصبی و مدل آریما در ایستگاه خرم آباد مدل ARIMA{ME./0003 و ریال RMSE=1/28 شبکه

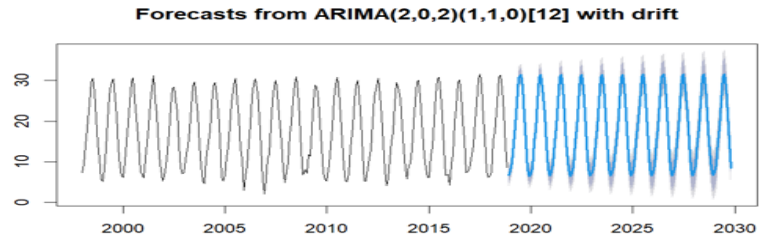
عصبی NNAR{ME =./0001 و RMSE=./65 در ایستگاه خرم آباد مدل شبکه عصبی بهتراز مدل اریما عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمترین خطا را دارد. کمترین انحراف معیار در شبکه عصبی و بیشترین معیار در مدل اریما بوده است.

این مدل ۱۰ تا ۱۲ مدل راRun می کند و روند اختلاف دمای فصلی را در بازه زمانی ۲۰۰۰ کمترین و بیشترین ۲۰۱۳ می باشد.

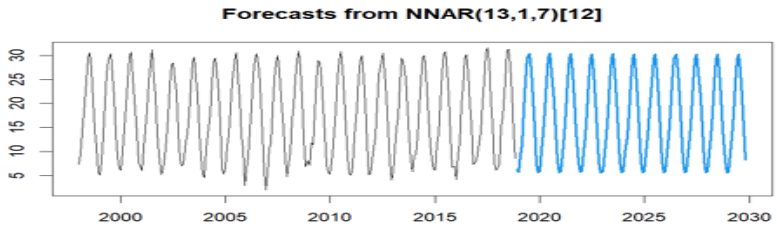
این گراف نشان دهنده مقادیر پیش نگری شده توط مدل اتو آریما می باشد که باز زمانی 1998-2029 مقادیر دمای را با احتمال 80%درصد و 95%) درصد نشان می دهد که در این احتمال جا به جای وجود دارد با احتمال 95% درصد حد آستانه تعیین شده است.

بعد از بررسی داده ها ما از مدل ARIMA خودکار استفاده کردیم تا بهترین مدل برای پیش نگری دمای ماهانه در ایستگاه پلدختر برای بازه مورد نظر برآورد شود. همانطور که از نمودار برآورد می شود استنباط کرد مدل به خوبی برازش شده است و نمودار از پراکنش نرمال برخوردار است. مدل ما شامل ۳۶ LAG می باشد که Lag های شماره ۵ و و ۳۶ موثر ترین لگ ها در پیش نگری مدل را شامل می شود.مدل شبکه عصبی بهتر از مدل آریما عمل کرده و میزان انحراف معیار خیلی کمی دارد در واقع هر دو مدل دقت اندازه گیری برای پیش نگری دما بسیار مناسب هستند گراف شکل شماره دو قسمت نرمال میزان باقیمانده را در واقع در این نمودار این ویژگی را دارد که ۹۵ درصد باقیمانده ها در دو طرف منحنی بین ۲- و ۲+ می باشد که این نشان دهنده نرمال بودن آن است.

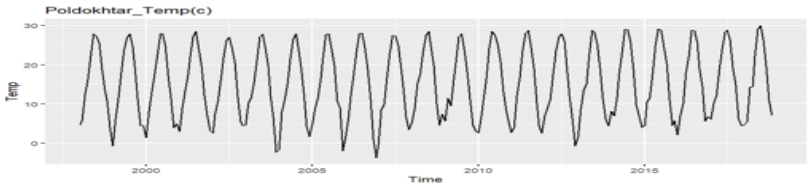
در نتیجه مدلی که عدد کمتری را دارد مدل مناسب تری برای پیش نگری است . نمودار نرمال برای ارزیابی مدل ساخته شده نیز نمایش نمودار تابع خود همبستگی باقیمانده (خطا) Rsidual autocorrelation function ضروری است همچنین مشاهده نمودار تابع خود همبستگی جزئی نیز ما را در ارزیابی صحیح همراهی می کند.در این شکل مدل آریما به خوبی عمل کرده است.



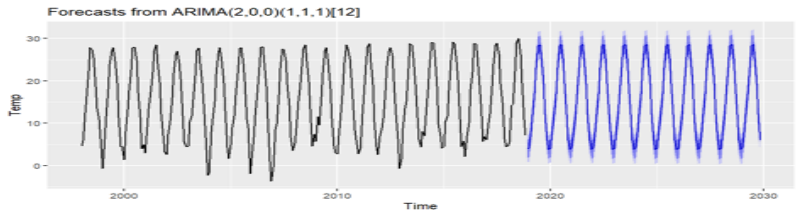
شکل۲۰- پیش نگری دمای ماهانه با استفاده از مدل آریما ایستگاه خرم آباد



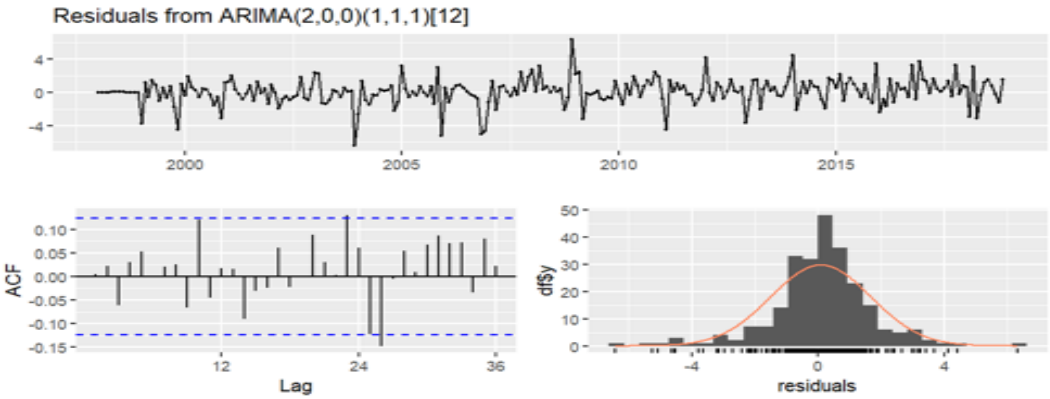
شکل ۲۱-پیش نگری دمای ماهانه با استفاده از مدل شبکه عصبی ایستگاه خرم آباد



شکل۲۲- پیش نگری دمای فصل ایستگاه پلدخترمدل شبکه عصبی مصنوعی



شکل۲۳- پیش نگری تغییرات دمای فصل به فصل ایستگاه پلدختر



شکل ۲۴-تغییرات دمای فصل به فصل ایستگاه پلدختر مدل شبکه عصبی

نتیجه گیری

اهداف اصلی این پژوهش مدل سازی وشناسایی تغییرات میانگین دمای فصلی وارتباط این عنصرکلیدی با سایر پارامترهای اقلیمی شهرستان الشتر است . در شرایط تغییرات دمای میانگین فصلی و اولویت بندی نواحی با تغییر پذیری دما است.

این بخش از پژوهش با تحلیل زمانی - مکانی شاخص RMSE خطای رگرسیونی ایستگاه ها ی لرستان (الشتر - بروجرد -الیگودرز- نورآباد – خرم آباد – پلدختر) در بازه زمانی (۱۹۹۸-۲۰۱۸) ایستگاه‌های استان لرستان پایش وشبیه سازی نموده است . نتایج بدست آمده نشان می دهد شاخص های دوره سرد سال در وضعیت موجود در نواحی مختلف (ایستگاه های استان لرستان) روند متفاوتی داشته است اما میانگین دمای فصل های سرد سال پاییز و زمستان روند افزایشی است که پیامد آن یخبندان ذوب می شود وبارش برف بصورت باران رخنمون می کند واین روند برای یازده (۱۱) سال آینده پیش نگری می شود . بطوری که روند آن افزایشی خواهد شد بطور کلی نتایج بدست آمده در این بخش نشان داده است امواج گرمایی در آینده نسبت به وضعیت موجود شدیدتر، شارپ و ماندگارتر خواهد بود ونیز بیشترین نوسانات دما در فصل پاییز که مقدار آن در شهرستان الشتر ۸۱/.است با استفاده از شاخص RMSE=./003 و ME= ./86 شبکه عصبی مصنوعی است که بهترین کارآیی و عملکرد در ایستگاه شهرستان الشتر داشته است وبهتر از مدل سری زمانی آریما به پیش نگری میانگین دما پرداخته است لذا مدل شبکه عصبی مصنوعی و سری زمانی آریما هر دو از دقت اندازه گیری ۹۵٪و۸۰٪بر خوردارند . برای پیش نگری حداقل ها وحداکثرها ی دما وسایر عناصر اقلیمی بهتر است در پژوهش های آینده از این مدل ها و ماشین های دیگر استفاده گردد. زیرا بهترین عملکرد و کارآیی را در پیش نگری عناصر دارا می باشند پیش نگری میانگین دمای فصلی می تواند کمک برای برنامه ریزی ومدیریت ، کنترل تبخیر وتعرق وسایر منابع کشور وشهرستان الشتر استفاده کرد از نتایج تحقیق حاضر برای پیش نگری تغییرات میانگین دما بیشترین دقت در فصل تابستان است وکمترین دقت در فصل پاییز وزمستان است باتوجه به اینکه توده های هوا باران زا حاکم در شهرستان الشتر بیشترین تغییرات فصلی در فصل پاییز و زمستان بر جای می گذارند نتیجه گرفته می‌شود بیشترین نوسانات دما فصل های سرد سال رخ می دهد وکمترین نوسانات در فصل تابستان اتفاق می افتد با توجه به غیر فعال شدن بادی غربی باران زا که مقدار آن ۳۳/. است.

منابع

1. Aggarwal, K. Singh., Y. Chandra., P. and Puri., M. (2005) Bayesian Regularization in a Neural Network Model to Estimate Lines of Code Using Function Points. Computer Sciences 1. (4): 505-509. DOI: 10.3844/jcssp.2005.505.509.
2. Asakereh H (2009) Spectral analysis of time series of annual temperature in Tabriz. Geographical Research 93:33-50 (In Persian)
3. Carter, T. R., & Kenkyū, K. K. K. C. K. (1994). IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations: Part of the IPCC Special Report to the First Session of the Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change. London. Department of Geography, University College London.
4. Caudill, M., 1987, Neural networks primer, Part I, AI Expert 46-52.
5. Conrads, P. A., and Roehle., E. A., 1999, Comparing physics-based and neural network model simulating salinity. Temperature and dissolved in a complex, tidally affected river basin: South Carolina Environmental Conference, Myrtle Beach, March 15-16.
6. Coulibaly, P., Yoans, D., Francois, A. 2005. Downscaling precipitation and temperature with temporal neural networks. Journal of hydrometeorology, 6: pp483-496.
7. Ghazanfari, M., Alizadeh, S., and Pour babak, T., 2008, Data Mining and Discovering Knowledge: Press center of Ferdowsi University.
8. ElNesr. M, Abu-Zreig. M, Alazab. A (2010) Temperature Trends and Distribution in the Arabian Peninsula, American Journal of Environmental Sciences, 6(2), 119-203.
9. Fedias H., Makrogiannis T., Bora-Senta E. 2004. Trend analysis of air temperature time series in Greece and their relationship with circulation using Surface and Satellite Data: 1955-2001. Theor. Appl. Climotol, 79: 185-208.
10. Ghazanfari, M., Alizadeh, S., and Pour babak, T., 2008, Data Mining and Discovering Knowledge: Press center of Ferdowsi University.
11. Gohari, Alireza, Saeid Eslamian, Jahangir Abedi-Koupaei, Alireza Massah Bavani, Dingbao Wang, Kaveh Madani, 2013, Climate change impacts on crop production in Iran's Zayandeh-Rud River Basin, Science of the Total Environment, No. 442, pp. 405-419.
12. Wigly, T., M., L., Jones, P. D., Briffa, K. R., & Smith, G. (1990). Obtaining Subgrid- scale Information from Coarse-resolution General Circulation Model Output. Geophysical Research: Atmospheres, 95(D2), 1943-1953. DOI: 10.1029/JD095iD02p01943.
13. Wilby, R.L., Dawson, C.W., and Barrow, E.M. (2002) A Decision Support Tool for the Assessment of Regional Climate Change Impacts. Environmental Modelling & Software.
14. Amir Moradi, K. and Bahmani, A., 2013, estimation of daily soil temperature using artificial neural network: Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences) A, 28, (3), 543-556
15. Abkar, Alijan; Habibnejad, Mahmoud; Soleimani, Karim and Naqvi, Hormuzd (2013) Investigating the effectiveness of SDSM model in simulating temperature indices in arid and semi-arid regions. Scientific and Research Quarterly of Irrigation and Water Engineering, Vol. 14, pp. 1-17.
16. Esfandiari Darabad, Fariba, Hosseini Seyed Asaad, Azadi Mubaraki Mohammad, Hejazizadeh Zahra 2019 forecasting the average monthly temperature of Sanandaj synoptic station using multi-layer perceptron artificial neural network model MIP No. 27 pp. 45-65
17. Banafsheh, Majid, Serafrozeh, Qatemeh, Jalali, Tahereh, (2013), Investigation of temperature trends and maximum daily precipitations in Lake Urmia basin, Journal of Geography and Environmental Planning, No. 38, pp. 43-74.
18. Hosseini, Seyed Asad (1388). Estimation and analysis of maximum temperatures in Ardabil city using the theory model of artificial neural networks, assistant professor, Salahi, Broumand, Mohaghegh Ardabili University, Department of Natural Geography.
19. Khalili, Najmeh; Khodashanas, Saeed Reza; Davari, Kamran (2016) Precipitation forecasting using artificial neural networks, Proceedings of the Second Water Resources Management Conference, Isfahan University of Technology.
20. Zarei, Abdul Rasul; Moghimi, Mohammad Mahdi (2016) forecasting and checking the average temperature of the nine months using time series models, Irrigation and Water Engineering Research Quarterly, 7th year, 25th issue, 142-151.
21. Rahimi Khoob Ali, Behbahani Seyed Mahmoud, Reza Nazari Farhamhamhadadi, Water and Soil Science (Agricultural Science and Technology and Natural Resources) 11(42) 364-357
22. Sabzi Paror, Ali Akbar; Khushal Jahormi, Fatemeh (2017), Comparison of Multilayer

Perceptron Neural Network and Linaker Regression Model in Predicting Minimum Next Day Temperature (Case Study: Kerman, Shiraz, Rasht and Hamedan), Iran Geophysics Journal, Volume 12, Number 3, Page 107 - 121.

23. Shafii, M.H. , Ansari, Hero, B.V. B. Sharifi. 2019. Time series modeling of drought intensity based on Palmer index. Water scarcity and drought research center in agriculture and natural resources. The first national conference on drought and climate change, Karaj.
24. Shams, Shideh; Mousavi Baighi, Mohammad (2013), investigation of the temperature limit changes of Mashhad city in different scales, Water and Soil Journal, Volume 28, Number 1, pp. 46-60.
25. Saleh Pourjam, Amin; Mohseni Saravi, Mohsen; Bazarafshan, Javad and Khaleghi Sigaroudi, Shahram (2014), Investigating the effect of climate change on the drought characteristics of the future period using the atmospheric general circulation model (case study: Northwest Iran), Pasture and Watershed Journal, Vol. 4, pp. 537-548.
26. Abbas Nia, Mohsen; Tausi, Taqi; Khosravi, Mahmoud; Toros, Hossein (2016), Uncertainty analysis of the future changes of maximum daily temperature in Iran using geographic information system, Geographical Information Scientific-Research Quarterly, Volume 25, Number 9, pp. 29-43.
27. Alijani, Bahloul, Kaviani, Mohammad Reza, Book of Basics of Meteorology, annual temperature trend, page 126
28. Mohammadi, Hossein, Masoume Moqbal and Firouz Ranjbar (2019) Studying the changes of precipitation and temperature in Iran using the MAGICC model. 142-125 pp., 25 issues, 8 volumes, Geography, SCENGEN.