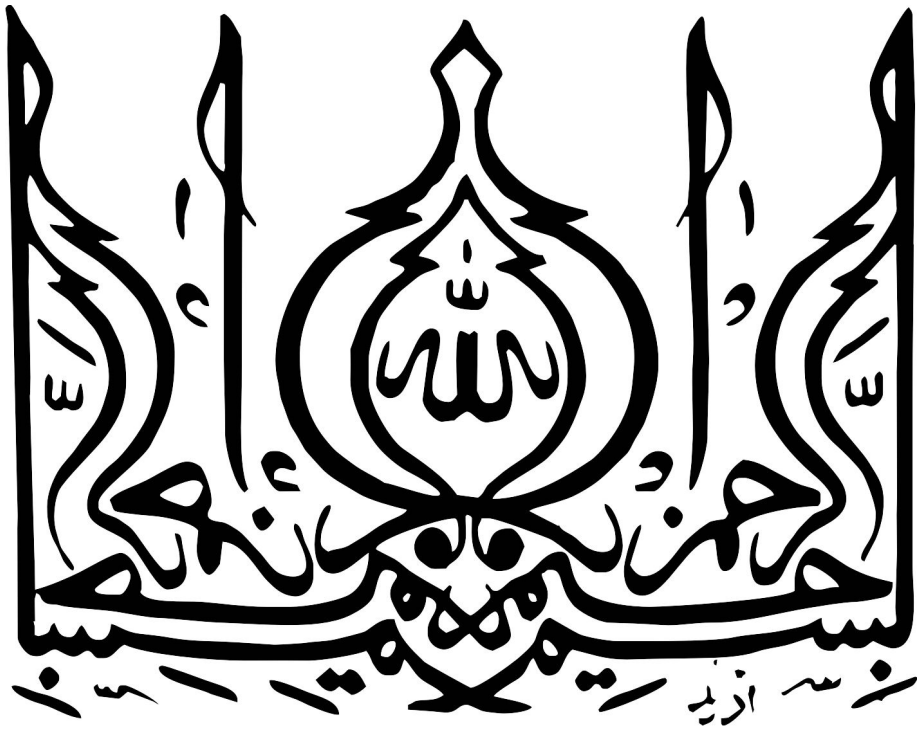

شماره پایان نامه.....

دانشکده فنی مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش قدرت

پیش‌بینی کوتاه مدت بار الکتریکی استان چهار محال و بختیاری با استفاده از شبکه عصبی

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا عرب

استاد مشاور:

مهندس محسن میرزائیان

پژوهشگر:

اسحاق فرجی

اسفند ماه ۱۳۸۹

دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی برق

پایان نامه آقای اسحاق فرجی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش قدرت با عنوان :

پیش‌بینی کوتاه مدت بار استان چهار محال و بختیاری با استفاده از شبکه عصبی

در تاریخ در حضور هیئت داوران زیر بررسی و با نمره مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر غلامرضا عرب با مرتبه علمی امضاء

۲- استاد مشاور پایان نامه مهندس محسن میرزائیان با مرتبه علمی امضاء

۳- استادان داور پایان نامه دکتر با مرتبه علمی امضاء

دکتر با مرتبه علمی امضاء

دکتر

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده فنی مهندسی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

تشکر و قدردانی

بدون شک پدر و مادر در زندگی هر شخصی نقش برجسته‌ای دارند و البته هر پدر و مادری نقش‌شان را به گونه‌ای ایفا می‌کنند، تا جایی که بیاد دارم بیش از هر چیز دیگری، پدر و مادرم مرا با ″ کتاب″ و ″ کتاب خواندن″ آشنا کردند، حال که به لطف خداوند متعال و یاری پدر و مادر فرصت علم آموختن برای ما حاصل شد، صمیمانه از پدر و مادرم تشکر می‌کنم، امید است با این تشکر ساده و صمیمانه بتوانم گوشه‌ای از آن همه لطف و مهربانی این دو عزیز را ارج بگذارم. در اینجا لازم می‌دانم از همه عزیزانی که در زندگی از الطاف بی‌شمارشان بهره‌مند بوده‌ام، صمیمانه تقدیر و تشکر کنم، امید است وجود عزیزشان، این تشکر ساده و صمیمانه را پذیرا باشد. در مقاطع مختلف تحصیلی معلمانی داشته‌ام که از هر حیث نام معلمی شایسته این عزیزان است. به عنوان یک دانشجو عقیده دارم، مهمترین ویژگی یک معلم و بخصوص یک استاد راهنما، دغدغه‌ای است که نسبت به دانشجویانش دارد و اینکه نحوه برخوردشان بگونه‌ای باشد که دانشجو راحت بتواند مسائل و مشکلاتش را در میان بگذارد، چرا که یک دانشجو، بعد از خدا، همه‌ی امیدش به استادش است، به استادی که می‌تواند با راهنمایی‌ها و دلگرمی‌ها و رابطه دوستانه‌ای که دارد نقش ارزشمندی در زندگی ما داشته باشد. دکتر عرب به عنوان استاد راهنمایم، چنین بودند و از ایشان بخاطر راهنمایی‌های ارزشمندشان صمیمانه تقدیر و تشکر می‌کنم. دکتر کارگر نیز با سخاوتمندی بسیار، آنچنان که شایسته یک معلم واقعی است، ما را از علم و فضل خویش بهره‌مند ساختند، از ایشان به خاطر الطاف زیادی که نسبت به این شاگرد کوچکشان داشته‌اند صمیمانه تقدیر و تشکر می‌کنم. مهندس محسن میرزائیان معاونت محترم واحد بهره‌برداری شرکت توزیع نیروی برق استان چهار محال و بختیاری، که افتخار شاگردی ایشان را داشتم، با نهایت لطف و بزرگواری و با علم و تجربه‌ای که در حوزه علم و صنعت دارند، ما را در انجام هر چه بهتر این پروژه یاری رساندند، از ایشان نیز صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

داده‌های اصلی مورد نیاز در این پایان نامه، اطلاعات بار الکتریکی روزانه مربوط به سال‌های قبل و اطلاعات دمای همان سال‌ها می‌باشد. بدون شک انجام این پایان نامه یعنی پیش بینی کوتاه مدت بار الکتریکی استان، بدون در اختیار داشتن داده های بار و دمای روزانه سال‌های گذشته امکان پذیر نبود، شرکت توزیع نیروی برق استان چهار محال و بختیاری و سازمان هواشناسی استان، در انجام پروژه ما را یاری رساندند.

از مدیر عامل محترم شرکت توزیع نیروی برق استان چهار محال و بختیاری، جناب آقای مهندس حمامیان کمال تقدیر و تشکر را داریم. همچنین از معاونت محترم واحد برنامه‌ریزی شرکت توزیع، جناب آقای مهندس خوانساریان و کارشناس بخش تحقیقات جناب آقای مهندس زندیان کمال تقدیر و تشکر را دارم.

از جناب آقای مهندس ستوده‌نیا کارشناس بازار برق شرکت توزیع، جناب آقای مهندس شجاعی و جناب آقای مهندس غفوری کارشناسان بهره‌برداری، به خاطر لطف و همکاری که با اینجانب داشته اند بسیار سپاسگزارم.

از مدیر کل محترم سازمان هواشناسی استان چهار محال و بختیاری جناب آقای پارسا و معاونت محترم سازمان جناب آقای میر عباسی تقدیر و تشکر می‌کنم.

از جناب آقای سامانی‌پور کارشناس اقلیم‌شناسی، سرکار خانم ترکی کارشناس بخش آمار و سرکار خانم مبینی کارشناس پیش بینی هوا و از دیگر اعضای این سازمان به خاطر همکاری و راهنمایی‌های ارزشمندشان بسیار سپاسگزارم.

امید است این پایان نامه بتواند، در کمک به حل مسائل صنعت برق بخصوص در حوزه مدیریت مصرف بار مفید باشد.

تقدیم به :

پدرم، مادرم

و همه کسانی که در زندگی از الطافشان بهره‌مند بوده‌ام

چکیده

هدف از این پروژه، پیش‌بینی کوتاه مدت بار الکتریکی استان چهار محال و بختیاری با استفاده از شبکه عصبی می‌باشد. در پیش‌بینی کوتاه مدت بار، بار از یک ساعت تا چند روز آینده پیش بینی می‌شود، که به منظور هماهنگی نیروگاه‌ها، عملکرد اقتصادی سیستم، طرح‌های انتقال انرژی و در کنترل زمان حقیقی سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. عملکرد اقتصادی همراه با قابلیت اطمینان برای یک سیستم قدرت، به طور زیادی بستگی به دقت پیش‌بینی بار دارد. به منظور دستیابی به هدف ماکزیمم کردن بازدهی عملکرد سیستم و یا به عبارتی مینیمم کردن هزینه کلی سیستم، کارکرد صحیح توابعی شبیه اختصاص سوخت، هماهنگی واحدهای نیروگاهی و برنامه‌ریزی به منظور تعمیر و نگهداری الزامی است. کارکرد صحیح این توابع، در نتیجه پیش بینی دقیق بار حاصل می‌شود. بنابراین بهبود در دقت پیش بینی بار منجر به صرفه جویی در هزینه و افزایش امنیت سیستم می‌شود. به منظور انجام این پروژه، بعد از جمع‌آوری و طبقه‌بندی داده‌های بار گذشته و اطلاعات آب و هوایی، طراحی، آموزش و تست شبکه صورت می‌گیرد. در طراحی شبکه به منظور پیش‌بینی کوتاه مدت بار، ملاحظات فراوانی باید در نظر گرفته شود، که خود بیانگر پیچیدگی مسأله پیش بینی کوتاه مدت بار می‌باشد. به عنوان مثال، روزهای مختلف هفته، به چهار روز مختلف کاری تقسیم می‌شود، شنبه به عنوان اولین روز کاری، یکشنبه تا چهار شنبه به عنوان روزهای کاری عادی، پنجشنبه آخرین روز کاری (روز قبل از تعطیلی) و جمعه روز تعطیل. تعطیلات خاص، مثل تعطیلات نوروز و یا اعیاد مذهبی نیز در این پروژه مورد توجه قرار می‌گیرد. همچنین انتخاب مناسب‌ترین ورودی‌های شبکه، از بین پارامترهای تأثیرگذار بر پیش‌بینی کوتاه مدت بار، مسأله‌ای مهم و نیازمند دقت است، زیرا دقت پیش‌بینی بار به طور زیادی از ورودی‌ها تأثیر می‌پذیرد. در این پایان‌نامه، از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه به منظور پیش‌بینی بار استفاده شده است. در ادامه درجات آزادی مختلفی شبیه؛ تعداد لایه‌های مخفی، تعداد نرون‌های لایه‌های مخفی، الگوریتم‌های آموزش مختلف، تعداد داده‌های مختلف و توابع انتقال مختلف برای طراحی شبکه عصبی پرسپترون مدنظر قرار می گیرد. با مقایسه‌هایی که در این تحقیق به منظور انتخاب مناسب‌ترین شبکه برای پیش بینی کوتاه مدت بار استان چهار محال و بختیاری صورت گرفت، شبکه پرسپترون سه لایه با الگوریتم آموزش LMBP و تابع تحریک سیگموئید tansig در هر سه لایه با داده‌های آموزش بخشی از سال ۸۷ (از آبان ماه تا پایان اسفند)، داده‌های سال ۸۸ و بخشی از سال ۸۹ (از فروردین تا اواسط مهر) انتخاب شد. با توجه به معیارهای شرکت توزیع ارزیابی عملکرد شبکه طراحی شده به منظور پیش‌بینی کوتاه مدت برق استان برای تمام روزهای سال (شامل روزهای عادی، تعطیلات و روزهای خاص) از دقت قابل قبولی برخوردار است. البته لازم به ذکر است که دقت پیش‌بینی برای روزهای عادی نسبت به تعطیلات و روزهای خاص بیشتر است.

کلمات کلیدی : پیش‌بینی کوتاه مدت بار، شبکه‌های عصبی، شبکه پرسپترون چند لایه.

فهرست مطالب

پیش‌بینی کوتاه مدت بار الکتریکی با استفاده از شبکه عصبی **شماره صفحه**

فصل اول- مقدمه ۸

۱-۱ مقدمه ۸

۱-۲ پیشینه تحقیق ۱۱

۱-۳ ساختار پایان نامه ۱۳

فصل دوم- انواع پیش‌بینی بار ۱۴

۲-۱ مقدمه ۱۴

۲-۱-۱ پیش‌بینی بسیار کوتاه مدت بار ۱۵

۲-۱-۲ پیش‌بینی کوتاه مدت بار ۱۵

۲-۱-۳ پیش‌بینی میان مدت بار ۱۶

۲-۱-۴ پیش‌بینی بلند مدت بار ۱۶

۲-۲ روش‌های مختلف پیش‌بینی بار ۱۷

۲-۲-۱ روش سری‌های زمانی ۱۷

۲-۲-۲ روش‌های رگرسیون ۱۸

۲-۲-۳ روش‌های مدرن مبتنی بر هوش مصنوعی ۱۸

فصل سوم- اصول شبکه‌های عصبی ۲۰

۳-۱ مقدمه ۲۰

۳-۲ مدل ریاضی نرون ۲۱

۳-۲-۱ مدل نرون ۲۱

۳-۲-۱-۱ مدل تک ورودی ۲۱

۳-۲-۱-۲ توابع محرک ۲۲

۳-۳ شبکه‌های عصبی چند لایه پیشخور و یادگیری پس انتشار خطا ۲۴

۳ -۳-۱ شبکه عصبی پرسپترون چند لایه ۲۴

۳-۳-۲ خلاصه الگوریتم پس انتشار خطا ۲۶
فصل چهارم- عوامل تأثیرگذار بر پیش‌بینی کوتاه مدت بار ۲۹
۴-۱ مقدمه ۲۹
۴-۲ تأثیر پارامترهای زمانی ۳۰
۴-۲-۱ تغییرات فصلی ۳۰
۴-۲-۲ روزهای هفته ۳۱
۴-۲-۳ تعطیلات ۳۱
۴-۲-۴ ماه رمضان ۳۵
۴-۲-۵ رشد بار ۳۵
۴-۳ تأثیر پارامترهای محیطی ۳۶
۴-۳-۱ دما ۳۶
۴-۳-۲ پوشش ابر ۳۷
۴-۳-۳ رطوبت ۳۷
۴-۳-۴ سرعت باد ۳۷
۴-۴ تأثیر شرایط خاص ۳۸
۴-۵ بیان جزئیات بیشتر ۳۸
فصل پنجم- طراحی شبکه عصبی به منظور پیش‌بینی کوتاه مدت بار استان چهار محال و بختیاری ۴۱
۵-۱ مقدمه ۴۱
۵-۲ طراحی شبکه عصبی برای پیش‌بینی کوتاه مدت بار ۴۳
۵-۲-۱ تهیه داده‌های بار و دمای گذشته ۴۳
۵-۲-۲ انتخاب متغیرهای ورودی ۴۴
۵-۲-۳ دسته‌بندی داده‌ها ۴۵
۵-۲-۴ نرمالیزه کردن داده‌ها ۴۶
۵-۲-۵ انتخاب معماری شبکه ۴۶
۵-۲-۶ آموزش شبکه ۴۹
۵-۲-۷ تست شبکه ۵۱

۵-۲-۸ انتخاب معماری‌های متناوب و آموزش شبکه ۵۲
فصل ششم- نتایج حاصل از پیش‌بینی کوتاه مدت بار ۵۴
۶-۱ مقدمه ۵۴
۶-۲ معیار سنجش خطا ۵۵
۶-۳ نتایج ۵۷
۶-۴ تحلیل نتایج ۸۴
فصل هفتم- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۹
۷-۱ نتیجه‌گیری ۸۹
۷-۲ پیشنهادات ۹۰
منابع و مآخذ ۹۲

فهرست اشکال

پیش‌بینی کوتاه مدت بار الکتریکی با استفاده از شبکه عصبی **شماره صفحه**

شکل۳-۱ : مدل نرون تک ورودی ۲۱

شکل۳-۲ : تابع محرک خطی ۲۲

شکل۳-۳ : تابع محرک زیگموئید ۲۳

شکل۳-۴ : شبکه پرسپترون سه لایه ۲۵

شکل۳-۵ : MLP با یک لایه مخفی همراه با بازگشت حساسیت ۲۸

شکل ۴-۱: تأثیر تغییرات فصل بر منحنی بار روزانه ۳۰

شکل ۴-۲ : منحنی بار در روزهای مختلف هفته ۳۱

شکل ۴-۳ : مقایسه منحنی بار دو روز یکشنبه، که یکی از آن‌ها تعطیل می باشد ۳۲

شکل ۴-۴ : مقایسه منحنی بار روز سه شنبه به عنوان روز عادی و چهارشنبه به عنوان یک روز تعطیل ۳۳

شکل ۴-۵ : مقایسه منحنی بار دو روز پنجشنبه، که یکی از آن‌ها تعطیل می باشد ۳۳

شکل ۴-۶ : تأثیر روزهای خاص بر منحنی بار روزانه: (الف) اولین روز سال (ب) روز طبیعت ۳۴

شکل ۴-۷ : تأثیر ماه رمضان بر منحنی بار روزانه ۳۵

شکل ۴-۸ : تأثیر رشد بار بر منحنی بار روزانه ۳۶

شکل ۴-۹: مقایسه منحنی بار سه سه‌شنبه متوالی در مهرماه ۱۳۸۸ ..... ۳۷

شکل ۴-۱۰: کاهش زیاد مصرف در ساعات ۱۳ تا ۱۹ به علت خاموشی‌های متعدد ۳۸

شکل ۵-۱ : کاربرد شبکه عصبی در سیستم‌های قدرت ۴۲

شکل۶-۱: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای پنجشنبه ۱۵/ ۱۳۸۹/۷ به عنوان یک روز عادی ۵۸

شکل۶-۲: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای جمعه ۱۶/ ۱۳۸۹/۷ به عنوان یک روز عادی ۵۹

شکل۶-۳: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای یک هفته کامل از ۱۷/ ۱۳۸۹/۷ تا ۲۳/ ۱۳۸۹/۷ به عنوان روزهای عادی ۶۰

شکل۶-۴: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای یک هفته کامل از ۱۳۸۹/۷/ ۲۴ تا ۱۳۸۹/۷/ ۳۰ به عنوان روزهای عادی ۶۱

شکل۶-۵: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای دوشنبه ۱۳۸۹/۸/ ۳ به عنوان یک روز عادی ۶۲

شکل۶-۶: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای سه شنبه ۱۳۸۹/۸/ ۴ به عنوان یک روز عادی ۶۳

شکل۶-۷: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای چهارشنبه ۱۳۸۹/۸/ ۵ به عنوان یک روز عادی ۶۴

شکل۶-۸: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای پنجشنبه ۱۳۸۹/۸/ ۶ به عنوان یک روز عادی ۶۵

شکل۶-۹: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای جمعه ۱۳۸۹/۸/ ۷ به عنوان یک روز عادی ۶۶

شکل۶-۱۰: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای شنبه ۱۳۸۹/۸/ ۸ به عنوان یک روز عادی ۶۷

شکل۶-۱۱: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای یک-شنبه ۱۳۸۹/۸/ ۹ به عنوان یک روز عادی ۶۸

شکل۶-۱۲: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای سه شنبه ۱۳۸۹/۲/ ۱۴ به عنوان یک روز عادی ۶۹

شکل۶-۱۳: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای جمعه ۱۳۸۹/۲/ ۱۷ به عنوان یک روز عادی ۷۰

شکل۶-۱۴: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای شنبه ۱۳۸۹/۴/ ۲۶ به عنوان یک روز عادی ۷۱

شکل۶-۱۵: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای یک شنبه ۱۳۸۹/۴/ ۲۷ به عنوان یک روز عادی ۷۲

شکل۶-۱۶: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای سه شنبه ۱۳۸۹/۵/ ۱۹ به عنوان یک روز عادی ۷۳

شکل۶-۱۷: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای جمعه ۱۳۸۹/۱/ ۱۳ روز طبیعت ۷۴

شکل۶-۱۸: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای جمعه ۱۴/ ۱۳۸۹/۳ رحلت امام خمینی..... ۷۵

شکل۶-۱۹: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای شنبه ۱۵/ ۱۳۸۹/۳ قیام ۱۵ خرداد..... ۷۶

شکل۶-۲۰: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای چهار شنبه ۲۰/ ۱۳۸۹/۵ یک روز قبل از شروع ماه رمضان..... ۷۷

شکل۶-۲۱: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای پنجشنبه ۲۱/ ۱۳۸۹/۵ اولین روز ماه رمضان..... ۷۸

شکل۶-۲۲: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای دو شنبه ۸/ ۱۳۸۹/۶ یکی از روزهای ماه رمضان..... ۷۹

شکل۶-۲۳: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد خطای پیش بینی در هر ساعت برای برای سه‌شنبه ۹/ ۱۳۸۹/۶ شب قدر..... ۸۰

شکل۶-۲۴: نمایش الف) منحنی بار واقعی و بار پیش‌بینی شده ب) درصد قدرمطلق خطای پیش بینی در هر ساعت برای چهار شنبه ۱۰/ ۱۳۸۹/۶ شهادت حضرت علی..... ۸۱

شکل۶-۲۵: کاهش زیاد در مصرف بار روزانه به علت خاموشی‌های متعدد در تاریخ ۱۳۸۹/۶/۶..... ۸۵

فهرست جداول

پیش‌بینی کوتاه مدت بار الکتریکی با استفاده از شبکه عصبی **شماره صفحه**

جدول ۲-۱: مقایسه روش‌های مختلف پیش بینی بار ۱۹

جدول۴-۱: تغییرات دمای استان در سه سه‌شنبه متوالی مهرماه سال ۱۳۸۸ ..... ۳۶

جدول ۴-۲ : گزارش قطعی فیدرهای فشار متوسط در تاریخ ۱۳۸۹/۶/۶ ..... ۳۹

جدول ۵-۱ : ورودی‌های شبکه عصبی طراحی شده به منظور پیش بینی بار ۴۵

جدول ۵-۲ : تغییر تعداد نرون های لایه مخفی برای شبکه سه لایه با تابع محرک tansig در هر سه لایه و روش آموزش LMBP ۴۸

جدول ۵-۳ : مقایسه شبکه سه لایه و چهار لایه ۵۰

جدول ۵-۴ : مقایسه الگوریتم‌های آموزش ۵۱

جدول ۵-۵ : مقایسه بین تعداد داده‌های آموزش ۵۲

جدول ۵-۶ : مقایسه توابع انتقال ۵۳

جدول ۶-۱ : ساعات کم باری، میان باری و اوج مصرف برای ۱۰ ماه اول سال ۵۶

جدول ۶-۲ : نمایش تعداد ساعاتی که در آن خطای غیر مجاز رخ داده است، برای روزهای عادی سال ۸۲

جدول ۶-۳ : نمایش تعداد ساعاتی که در آن خطای غیر مجاز رخ داده است، برای تعطیلات و روزهای خاص ۸۳

جدول ۶-۴ : نتایج حاصل از پیش‌بینی بار با شبکه طراحی شده برای روزهای عادی ۸۶

جدول ۶-۵ : نتایج حاصل از پیش‌بینی بار با شبکه طراحی‌شده برای تعطیلات و روزهای خاص ۸۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

انرژی الکتریکی، مناسب‌ترین فرم انرژی برای همه نوع نیاز مصرف‌کننده می‌باشد. در یک سیستم قدرت، به منظور فراهم آوردن انرژی الکتریکی با کیفیت بالا برای مصرف کنندگان و در عین حال اقتصادی و با امنیت بالا، با مشکلات تکنیکی و مالی متعددی روبرو هستیم. دنبال کردن بار سیستم بوسیله تولید در سیستم در همه زمان‌ها، یک نیاز اساسی برای عملکرد یک سیستم قدرت می‌باشد. به منظور دست یافتن به هدف طراحی و عملکرد بهینه یک سیستم قدرت در مقیاس بزرگ، داشتن دانش و اطلاعاتی از بار سیستم در آینده یک پیش نیاز ضروری است.

تقاضای برق، با توجه به زمان، هفته، ماه، دما و نحوه استفاده مصرف‌کنندگان، تغییر می‌کند. اگرچه نحوه استفاده مصرف‌کنندگان به طور مستقیم قابل مشاهده نیست، اما این مسأله بواسطه الگوی مصرف گذشته قابل اعمال می‌باشد. یک برنامه پیش بینی کوتاه مدت بار[1] که از روش شبکه عصبی مصنوعی[2] استفاده می‌کند، بار را برای برنامه‌ریزی تولید، امنیت سیستم‌های قدرت و تأمین اطلاعات دیسپاچینگ ساعتی پیش‌بینی

1-Short Term Load Forecasting (STLF)

2- Artificial Neural Network(ANN)

می‌کند. این پایان‌نامه به پیش‌بینی کوتاه مدت بار (پیش‌بینی بار روز آینده) می‌پردازد، که در بازار برق بسیار مفید می‌باشد.

چنانچه شرکت‌های توزیع، درخواست باری کمتر از مقدار مورد نیاز داشته باشند، با کمبود بار مورد نیاز مشترکین مواجه می‌شوند، که باعث خاموشی و کاهش قابلیت اطمینان در سیستم می‌شود. و در صورت درخواست بار بیش از مقدار مورد نیاز، مشکلات زیادی را در سطح مدیریت تولید (شبیه عملکرد اقتصادی سیستم) و مدیریت مصرف خواهیم داشت. پیش بینی کوتاه مدت بار، نقش مهمی را در مدیریت بار ایفا می کند، که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- برنامه‌ریزی برای سرویس شبکه
- بهره‌برداری اقتصادی از شبکه‌های تولید و انتقال
- مطالعات امنیت سیستم
- تعیین زمان حداکثر بار و دادن اخطار به مصرف کنندگان برای کاهش بار توسط وسایل ارتباط جمعی و یا در نظر گرفتن نرخ‌های بالاتر برای مصرف‌کنندگان عمده در زمان‌های پیک بار
- آمادگی قبلی برای زمان‌های دشوار شبکه
- مطالعات پخش بار

به طور کلی پیش‌بینی کوتاه مدت بار، در هماهنگی نیروگاه‌ها ، عملکرد اقتصادی سیستم، طرح‌های انتقال انرژی و در کنترل زمان حقیقی سیستم از اهمیت بالایی برخوردار است. عملکرد اقتصادی همراه با قابلیت اطمینان برای یک سیستم قدرت، به طور زیادی بستگی به دقت پیش بینی بار دارد. به منظور دستیابی به هدف ماکزیمم کردن بازدهی عملکرد سیستم و یا به عبارتی مینیمم کردن هزینه کلی سیستم، کارکرد صحیح توابعی شبیه اختصاص سوخت، هماهنگی واحدهای نیروگاهی و برنامه‌ریزی به منظور تعمیر و نگهداری الزامی است. کارکرد صحیح این توابع، در نتیجه پیش‌بینی دقیق بار حاصل می‌شود. تأثیر خطای زیاد در پیش‌بینی، باعث می شود که سیستم ما یا دارای عملکرد بیش از حد محتاط[1] و یا دارای عملکرد بیش از حد ریسک‌پذیر[2] باشد. تخمین بار بیش از حد واقعی[3]، منجر به راه اندازی واحدهای زیادی از نیروگاه، خرید انرژی (سوخت) بیش از حد مورد نیاز و فراهم آوردن انرژی بیش از حد مورد نیاز مصرف می‌شود. همچنین تخمین بار کمتر از مقدار واقعی[4] باعث آسیب پذیری سیستم می‌شود، که در نتیجه آن، با وارد کردن واحدهای اضطراری به منظور تأمین بارهای اضافی، سیستم هزینه بیشتری را (در مقایسه با عملکرد برنامه-ریزی شده سیستم) متحمل می‌شود. بنابراین بهبود در دقت پیش بینی بار منجر به صرفه‌جویی در هزینه و افزایش امنیت سیستم می‌شود.

1- Overconservative
2- Overisky
3- Overestimation
4- Underestimation

به دلیل طبیعت غیرخطی مدل پیش‌بینی بار، روش‌های سنتی، مثل روش‌های آماری از دقت خوبی برخوردار نیستند. از آنجا که بین بار آینده و پارامترهای تاثیرگذار بر آن (شبیه شرایط آب و هوایی، بار سال-های گذشته، نوع و زمان هر روز) رابطه غیرخطی وجود دارد، استفاده از شبکه عصبی به عنوان یک راه حل مناسب و جدید باعث افزایش دقت پیش‌بینی بار می‌شود، که در این پروژه از این روش جهت پیش بینی کوتاه مدت بار استفاده می‌شود.

در مدلسازی مسأله به روش شبکه عصبی، هدف آن است تا با طراحی یک شبکه عصبی مناسب با کمترین خطای ممکن، بار آینده را پیش‌بینی نمائیم.

این پایان‌نامه، به پیش‌بینی کوتاه مدت بار الکتریکی استان چهار محال و بختیاری با استفاده از شبکه عصبی می‌پردازد. به منظور انجام این پروژه، بعد از جمع‌آوری و طبقه‌بندی داده‌های بار گذشته و اطلاعات آب و هوایی شبیه دما، طراحی، آموزش و تست شبکه صورت می‌گیرد. در طراحی شبکه به منظور پیش‌بینی کوتاه مدت بار، ملاحضات فراوانی باید در نظر گرفته شود، که خود بیانگر پیچیدگی مسأله پیش‌بینی کوتاه مدت بار می‌باشد. به عنوان مثال، روزهای مختلف هفته، به چهار روز مختلف کاری تقسیم می شود، شنبه به عنوان اولین روز کاری، یکشنبه تا چهار شنبه به عنوان روزهای کاری عادی، پنجشنبه آخرین روز کاری (روز قبل از تعطیلی) و جمعه روز تعطیل. تعطیلات خاص، مثل تعطیلات نوروز و یا اعیاد مذهبی نیز در این پروژه، مورد توجه قرار می‌گیرد. علاوه بر این‌ها، تغییرات فصلی که موجب تغییر الگوی بار روزانه می‌شود می‌بایست در نظر گرفته شود. همچنین انتخاب مناسب‌ترین ورودی‌های شبکه، از بین پارامترهای تأثیرگذار بر پیش‌بینی کوتاه مدت بار، مسأله‌ای مهم و نیازمند دقت است، زیرا دقت پیش‌بینی بار به طور زیادی از ورودی‌ها تأثیر می-پذیرد. به طور کلی، ورودی‌های شبکه عصبی در پیش بینی کوتاه مدت بار، اطلاعات آب و هوایی (به عنوان مثال دما)، بارهای گذشته و نوع روز کاری می‌باشد. به منظور آموزش شبکه از روش‌های پس انتشار خطا[1] و روش لومبرگ می‌توان استفاده کرد. بعد از ساختن مدل شبکه عصبی به منظور پیش‌بینی کوتاه مدت بار، به تعیین تعداد لایه‌ها و تعداد نرون‌های هر لایه می‌پردازیم و در نهایت بعد از تست شبکه آموزش دیده و اطمینان حاصل کردن از صحت شبکه، بار روز آینده استان چهار محال و بختیاری پیش‌بینی می‌شود.

1-Back Propagation (BP) 2- Levenberg- Marquardt BP (LMBP)

۲-۱ پیشینه تحقیق

تکنیک‌های گوناگونی در ۳۰ سال گذشته برای پیش‌بینی بار مطرح شده است. اغلب این تکنیک‌ها به کاربرد مدل‌های مختلف شبیه رگرسیون [۱]، مدل فضای حالت [۲] ، سیستم‌های خبره مبتنی بر مدل‌ها [۳]، فیلتر کالمن، مدل باکس و جنکینز[1] ، واسطه‌های فازی و آنالیز سری‌های زمانی [۷-۴] در پیش‌بینی بار اشاره دارند. به منظور پیش‌بینی بار، در اغلب پروژه‌ها از شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود، که فاکتورهای زیادی، شبیه شرایط آب و هوایی، تعطیلات آخر هفته و روزهای خاص را در مدل پیش بینی بار در نظر می‌گیرد و در نتیجه، عمل پیش بینی از دقت بالایی برخوردار است.

کاربرد شبکه عصبی به منظور پیش بینی بار در سال‌های گذشته توجه زیادی را به خود جلب کرده است.

یک مدل ANN توسعه یافته به منظور پیش‌بینی کوتاه مدت بار برای مرکز کنترل انرژی در یونان در مقاله [۸] پیشنهاد شده است، همچنین انتخاب متغیرهای ورودی، ساختار ANN مناسب و آموزش شبکه عصبی در این مقاله بیان شده است. دیلن[2] در سال ۱۹۹۱ از شبکه عصبی وفقی پسخور سه لایه[3] با الگوریتم آموزش BP، به منظور پیش‌بینی بار بهره گرفته است [۹]. در سال ۱۹۹۲، به منظور پیش‌بینی کوتاه مدت بار، یک شبکه عصبی چند لایه با استفاده از الگوریتم یادگیری وفقی[4] توسط هو[5] طراحی و بر روی شبکه برق تایوان پیاده سازی شد و بر مزیت دقت و همگرایی سریع این روش نسبت به روش‌های قبلی تاکید داشته است [۱۰]. ختنزاد[6] در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۸ در مقالاتی، به بیان روش‌هایی جهت افزایش دقت در پیش-بینی کوتاه مدت بار پرداخته است. در یکی از این مقالات، به پیش‌بینی ساعت به ساعت دما با استفاده از شبکه عصبی به منظور کاربرد در پیش‌بینی بار پرداخته است. در مقاله‌ای دیگر، به منظور افزایش دقت پیش-بینی بار، با توجه به دقت پیش‌بینی اخیر سیستم و بوسیله استراتژی‌های وفقی، وزن‌ها تغییر و اصلاح می-شوند [۱۱-۱۴]. استراتژی‌های مختلفی به منظور افزایش سرعت همگرایی و دقت پیش‌بینی بار ارائه شده است، در این مقالات بر روی مهمترین پارامترهای تأثیرگذار بر پیش‌بینی کوتاه مدت بار به منظور انتخاب ورودی‌های شبکه عصبی و همچنین جهت انتخاب مناسب‌ترین ساختار شبکه، تعیین تعداد لایه‌ها، و تعداد نرون‌ها در هر لایه، مطالبی ارائه شده است [۱۵-۲۰].

انتخاب متغیرهای ورودی و تعیین تعداد نرون‌های لایه‌های پنهان، در مسئله پیش‌بینی بار اهمیت زیادی دارد. به طور کلی، به منظور انتخاب تعداد متغیرهای ورودی دو روش وجود دارد، یکی بر اساس تجربه [۱۹، ۲۱ و ۲۶] و دیگری بر اساس روش‌های آماری [۱۵، ۲۲ و ۲۴].

1- Box and Jenkins
2- Dillon
3- Adaptive Learning Algorithm
4- Ho
5- Khotanzad