٣٠٢٨٥

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تاریخ مدارک

۱۳۷۹ /۷/ ۱۰

دانشگاه مازندران

دانشکده فنی مهندسی

موضوع :

پیش بینی کوتاه مدت بار با استفاده از ترکیب شبکه های عصبی پرسپترون و کوهنن با تاکید بر روزهای تعطیل

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته برق گرایش قدرت

۷۲۲۹

استاد راهنما :

آقای دکتر سعید لسان

استاد مشاور :

آقای دکتر محمود جورابیان

نگارش : افشین فتاحی

تیر ۱۳۷۹

۳۰۲۸۵

بسمه تعالی

تقدیر و تشکر :

حال که پایان نامه خود را با موفقیت پشت سر گذاشته ام جا دارد تا از زحمات جناب آقای دکتر لسان استاد راهنمای اینجانب و جناب آقای دکتر جورابیان استاد مشاور اینجانب که مرا در اجرای این پایان نامه یاری رساندند تشکر و سپاس فراوان نمایم .

چکیده

در این پایان نامه از ایده شبکه های عصبی در پیش بینی کوتاه مدت بار برای پیش بینی منحنی های مصرف روزانه و خصوصاً روزهای تعطیل سال استفاده شده است ، همان چیزی که مشکل عمده برنامه های پیش بینی بار است .به منظور دست یابی به دقت بالا در پیش بینی منحنی مصرف روزانه به جای استفاده از دسته بندی ٢٤ ساعته از دسته بندی هی چند ساعته استفاده شده است که این کار دقت پیش بینی رابه مقدار زیادی بهبود داده است .همچنین در ابتدا از یک برنامه پیش بینی درجه حرارت نیز استفاده می شود تا درجه حرارت روز مورد نظر را پیش بینی کند تا از آن در پیش بینی بار کمک بگیریم . نتایج حاصل از بکار گیری این الگوریتم برای سیستم قدرت استان مازندران دقت بالائی را نشان می دهد . استفاده از یک برنامه پیش بینی دما،استفاده از خاصیت تکمیل الگو در یک برنامه جانبی و استفاده از دسته بندی چند ساعته به همراه انتخاب متغیرهای مناسب برای روزهای تعطیل از ویژگیهای این پایان نامه می باشد.

فهرست

عنوان صفحه

فصل اول

مقدمه

۱-۱ – پیشگفتار ۱
۱-۲- تاریخچه پیش بینی بار ۵
۱-۳- رئوس مطالب ۵

فصل دوم

کلیات روشهای پیش بینی بار کوتاه مدت

۲-۱- انواع پیش بینی بار ٦
۲-۱-۱- پیش بینی بر اساس مقیاس زمانی..... ٦
۲-۱-۲- پیش بینی بر اساس نحوه عملکرد ٦
۲-۲- الگوی بار و عوامل موثر بر آن در یک سیستم قدرت
۲-۲-۱- عوامل اقتصادی..... ۷
۲-۲-۲- عوامل اقلیمی ۷
۲-۲-۲-۱- درجه حرارت ۷
۲-۲-۲-۲- رطوبت..... ۷
۲-۲-۲-۳- سرعت باد..... ۷
۲-۲-۳- عامل زمان ۷
۲-۲-٤- عوامل تصادفی ۸
۲-۳- روشهای پیش بینی بار کوتاه مدت ۹
۲-۳-۱- روشهای قدیمی پیش بینی بار کوتاه مدت..... ۹
۲-۳-۱-۱- روشهای مبتنی بر بار پیک ۹
۲-۳-۱-۲- روشهای مبتنی بر شکل بار..... ۹
۲-۳-۱-۲-۱- روش سری زمانی..... ۱۰

۲-۳-۱-۲-۲- روش تجزیه طیفی ۱۱
۲-۳-۱-۲-۳- روش هموار سازی نمایی ۱۳
۲-۳-۱-۲-٤- روش فضای حالت ۱۳
۲-۳-۱-۲-٥- رگرسیون ۱٥
۲-۳-۲- روشهای جدید پیش بینی بار ۱۷

فصل سوم

مبانیٔ شبکه های عصبی مصنوعی

۳-۱-مقدمه ۱۸
۳-۲- ویژگیها ۱۹
۳-۲-۱-قابلیت یادگیری ۱۹
۳-۲-۲-پراکندگی اطلاعات ۲۰
۳-۲-۳- قابلیت تعمیم ۲۰
۳-۲-٤- پردازش موازی ۲۰
۳-۲-٥- مقاوم بودن ۲۰
۳-۳- تاریخچه شبکه های عصبی ۲۱
۳-٤- شبکه های عصبی طبیعی ۲٤
۳-٥- شبکه های عصبی مصنوعی ۲٥
۳-٥-۱- شبکه عصبی چیست ؟ ۲٦
۳-٥-۲- دسته بندی شبکه های عصبی ۲۸
۳-٥-۳- کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی ۲۹
۳-٦- مدل نرون و معماری شبکه های عصبی ۳۰
۳-٦-۱ مدل ریاضی نرون ۳۰
۳-٦-۱-۱-مدل نرون تک ورودی ۳۰
۳-٦-۲- نرون چند ورودی ۳۱
۳-٦-۲-۱- فرم خلاصه شده ۳۲
۳-۷- توابع انتقال ۳۲
۳-۷-۱- تابع فعالیت همانی ۳۲
۳-۷-۲- تابع پله باینری ۳۳

۳-۷-۳- تابع پله دوقطبی ۳۳
۳-۷-٤- توابع سیگموئید ۳۳
۳-۷-٤-۱- تابع سیگموئید باینری یاسیگموئید لجستیک ۳۳
۳-۷-٤-۲- تابع سیگموئید دوقطبی وتانژانت هیپربولیک ۳٤
۳-۸ تعداد عناصر بردار ورودی ۳٦
۳-۹- ساختار شبکه های عصبی ۳٦
۳-۹-۱- شبکه تک لایه ۳٦
۳-۹-۲- شبکه چند لایه ۳۷
۳-۱۰- شبکه های فیدبک دار ۳۸
۳-۱۱- شبکه های عصبی به عنوان سیستمهای دینامیکی آموزش پذیر ۳۹
۳-۱۱-۱- جمع آوری دیتا ٤۰
۳-۱۱-۲- نرمالیزه کردن داده ها ٤۰
۳-۱۱-۳- انتخاب معماری شبکه عصبی ٤۰
۳-۱۱-٤- آموزش شبکه ٤۱
۳-۱۱-٥- تست شبکه ٤۱
۳-۱۱-٦- انتخاب معماری های متناوب و انجام آموزش جدید ٤۲
۳-۱۲- انواع یادگیری ٤۲
۳-۱۲-۱- یادگیری با ناظر ٤۳
۳-۱۲-۲- یادگیری بدون ناظر ٤٤
۳-۱۳- قوانین یادگیری ٤٥
۳-۱۳-۱- پرسپترون چند لایه ٤٥
۳-۱۳-۱-۱- روش پس انتشار خطا ٤۸
۳-۱۳-۱-۲- الگوریتم آموزش ٥۰
۳-۱۳-۱-۳- روش تنظیم وزن متغیر در الگوی پس انتشار خطا ٥۲
۳-۱۳-۲- شبکه عصبی کوهنن ٥۳
۳-۱۳-۲-۱- تکمیل الگو در شبکه عصبی کوهنن ٥٤
۳-۱۳-۳- شبکه آدالاین و مادالاین ٥٥
۳-۱۳-٤- انتخاب مقادیر اولیه برای وزنها و بایاس ها ٥٦
۳-۱۳-٥- زمان مناسب برای آموزش شبکه ٥۷

۳-۱۳-٦- ظرفیت شبکه های عصبی ۵۷

فصل چهارم

انتخاب متغیر های ورودی در پیش بینی بار

٤-۱- مقدمه ۵۹
٤-۲- انتخاب متغیرهای ورودی..... ۵۹

فصل پنجم

کاربرد شبکه های عصبی در پیش بینی بار

۵-۱- مقدمه ٦۳
۵-۲- آماده سازی شبکه عصبی ٦٤
۵-۲-۱- تهیه داده های تاریخی ٦٤
۵-۲-۲- نرمالیزه کردن دیتاها ٦۵
۵-۲-۳- انتخاب معماری شبکه ٦٦
۵-۲-٤- آموزش شبکه ٦٦
۵-۲-۵- تست شبکه ٦۷
۵-۲-٦- انتخاب معماری های متناوب و آموزش شبکه..... ٦۸
۵-۳- دسته بندی روزهای مختلف سال ٦۸
۵-٤- نحوه انجام پیش بینی ۷۳
۵-٤-۱- پیش بینی درجه حرارت ۷۳
۵-٤-۲- پیش بینی بار ۷۳
۵-۵- نتایج حاصل از بکارگیری شبکه های عصبی در پیش بینی بار ۷۵
۵-٦- مقایسه نتایج الگوی پیشنهادی با لگوهای سابق..... ۸۸
۵-۷- نتایج استفاده از خاصیت تکمیل الگوی شبکه کوهنن ۹۸
نتیجه گیری - ۹۹
پیشنهادات- ۱۰۰
مراجع-

فصل اول

مقدمه

فصل ۱ :مقدمه

۱-۱ پیشگفتار

انرژی الکتریکی بعنوان محور اصلی توسعه صنعتی در میان انواع انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است . این انرژی با آنکه خود به انواع دیگر انرژی وابستگی دارد ،اتکا شاخه های مختلف اقتصادی به آن در حدیست که براحتی می توان حد مصرف معقول این انرژی دریک جامعه را بعنوان شاخص عمده ای برای تعیین حد پیشرفت اقتصادی آن جامعه دانست .

بر خلاف سهولت استفاده از این نوع انرژی و مطلوبیت آن ،تولید و انتقال این انرژی از پیچیدگی زیادی برخوردار بوده ودر مجموع صنعت برق با ویژگیهایی در میان سایر صنایع شاخص است ،از جمله این ویژگیها باید از لزوم همزمانی تولید و مصرف آن نام برد ،بعبارت دیگر تولید برق فقط در مقابل مصرف آن مطرح می گردد و بطور معمول قابل ذخیره کردن نیست .دیگر ویژگی این صنعت سرمایه طلب بودن طرحها و پروژه های آن و زمان بر بودن آنهاست .

مجموعه این خصوصیات و حساسیت هاست که پیش بینی صحیح نیاز مصرف برای این نوع انرژی در آینده را طلب می نماید . چون هرگاه پیش بینی نیاز مصرف یا بار شبکه بیش از حد واقعی باشد، سرمایه گذاری بیهوده در این صنعت را بدنبال خواهد داشت و هر پیش بینی بار کمتر از واقعیت باعث لطمات شدید اقتصادی شده و جبران آن به مناسبت زمان بر بودن پروژه های توسعه ای امکانات تولید و انتقال برق ،غیر ممکن است .

انرژی الکتریکی در مقیاس وسیع به طور اقتصادی قابل ذخیره نمی باشد .بدین دلیل بر خلاف شاخه های دیگر اقتصاد ،در اقتصاد الکتریسیته باید همزمان با مصرف ،انرژی الکتریکی تولید گردد . میزان مصرف بار الکتریکی ثابت نمی باشد بلکه به صورت پیچیده و غیر خطی تابعی از پارامترهای متعددی می باشد . با توجه به متغیر بودن میزان مصرف بار الکتریکی ،شرکتهای تولید کننده برق ،موظفند با پیش بینی آن در زمانبندیهای مختلف اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم گیریهای خود در سیستم قدرت را حاصل نمایند.

در دنیای خصوصی سازی جدید هر شرکت سعی در افزایش قابلیت اطمینان محصول خود و تولید بهینه توان برای مصرف کنندگان خود دارد . این وظیفه عموماً از طریق پیش بینی فراهم می شود . پیش بینی بارهای ساعتی تا یک هفته جلوتر برای کارهای برنامه ریزی از قبیل هماهنگی بین واحدهای آبی و حرارتی و سنجش تبادل با دیگر رقبا و برای آنالیزهای کوتاه مدت از قبیل پخش توان در مراکز دیسپاچینگ و پخش بهینه توان لازم است. به طور کلی پیش بینی بار بر اساس دوره پیش بینی به دسته هایی تقسیم می شود :

• برنامه ریزی بسیار کوتاه مدت[1] (چند دقیقه تا چندین ساعت): برنامه ریزی بسیار کوتاه مدت اطلاعات مورد نیاز در پخش بار اقتصادی و تخمین اطمینان را تامین می نماید .همچنین پیش بینی بسیار کوتاه مدت (چند دقیقه تا چند ساعت) برای زمانبندی تعویض قدرت بین شرکتها و مطالعه تحمیلات انتقال مفید می باشد .

• برنامه ریزی کوتاه مدت (یک روز تا یک هفته): برنا مه ریزی کوتاه مدت برای برنامه ریزی روزانه و هفتگی ،در مدار قرار گرفتن بهینه نیروگاهها (بهینه سازی ولتاژ / توان راکتیو ،برنامه ریزی برای انرژی رزرو مورد نیاز ،زمان بهره برداری پمپی از نیروگاههای پمپ ذخیره ای) وتبادل انرژی با شرکا استفاده می شود .

• برنامه ریزی میان مدت[2](۱ ماه تا ۵ سال):در برنامه ریزی میان مدت ،بادر نظر گرفتن توان و ترکیب نیروگاههای موجود ،میزان ذخیره سوخت ، میزان ذخیره آب مخزنها ،در مورد نحوه و زمان بکار گیری نیروگاههای حرارتی و آبی ،تهیه سوخت ،میزان تبادل انرژی الکتریکی با سیستم های همسایه در سیستم های بهم پیوسته ،زمانبندی بهینه برای بازرسی و تعمیرات نیروگاهها و شبکه تصمیم گیری می شود .

• برنامه ریزی بلند مدت[3] (۵ تا ۳۰ سال) : در برنامه ریزی بلند مدت با در نظر گرفتن توان و ترکیب و طول عمر نیرو گاههای موجود ،توانایی شبکه انتقال و توزیع ،قراردادهای بلند مدت برای تبادل انرژی الکتریکی با سیستم های مجاور (کشورهای همسایه)در سیستم های بهم پیوسته ،در مورد نوع، اندازه و محل احداث نیروگاههای جدید ،نحوه گسترش شبکه ،بستن و یا تجدید نظر در قراردادها و ... تصمیم گیری می شود .

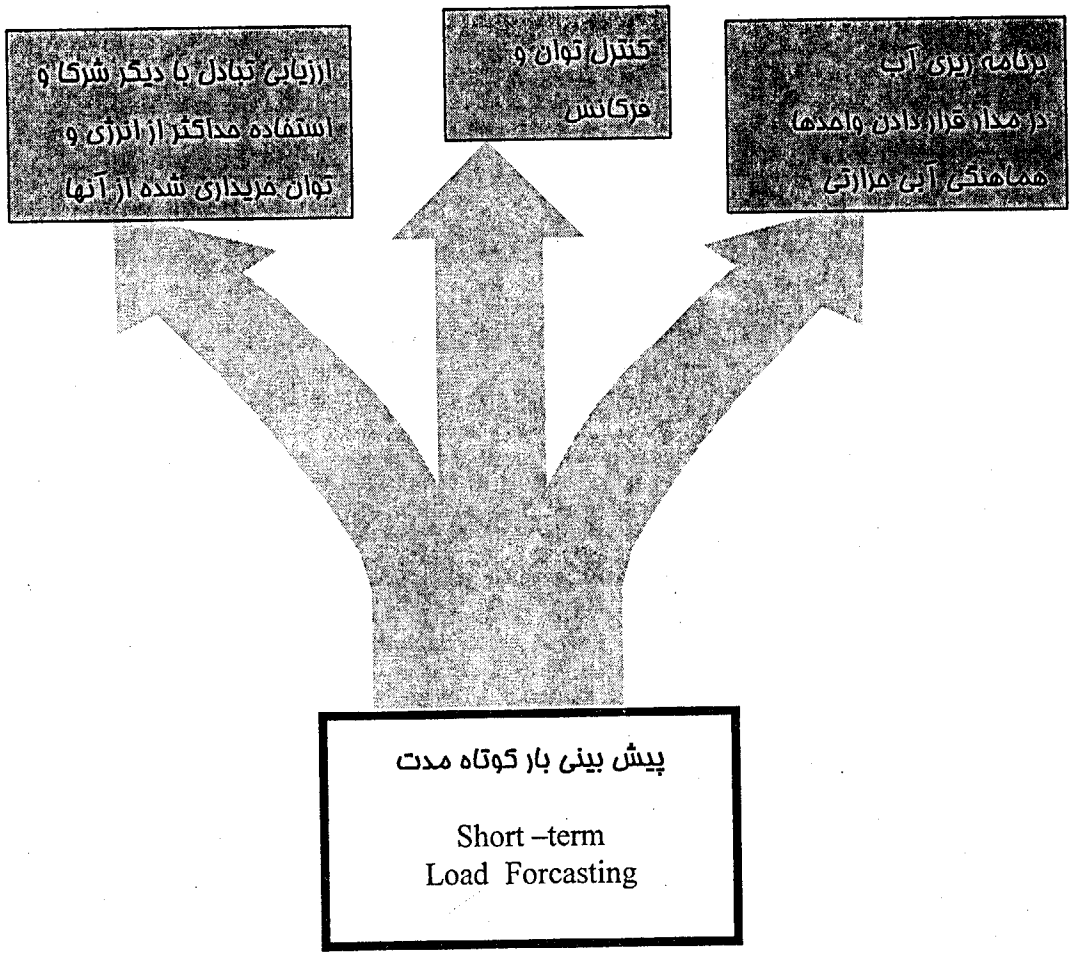
بار در یک شبکه برقرسانی به مجموع مصارف مختلف انرژی الکتریکی در یک واحد زمانی اتلاق می گردد . بار شبکه به مناسبت همزمانی و غیرهمزمانی مصرف انرژی در بخش های مختلف دستخوش تغییراتی در طول شبانه روز ،هفته ،ماه و سال میگردد .

اگر به یک منحنی تغییرات بار بیست و چهار ساعته در الگوی مصرف انرژی الکتریکی ایران توجه کنیم ملاحظه می شود که منحنی از یک حداقل " غیرصفر " شروع می شود و پس از عبور از آن ،با یک شیب نسبتاً تند به سمت کوهان دوم که بزرگتر از کوهان اول است میل نموده ،پس از گذر از آن دوباره به سمت حداقل میل می کند . باید توجه داشت که ظهور این دو کوهان ناشی از همزمانی مصرف انرژی الکتریکی بخشهای مختلف مصرف در طول یک شبانه روز است . جالب توجه است که منحنی تغییرات بار در طول ماه و سال نیز تقریباً روند مشابهی با تغییرات بار بیست و چهار ساعته دارد . در مطالعه بار بخصوص در پیش بینی بار اعم از پیش بینی بار ساعتی روزانه جهت تنظیم برنامه بهره برداری از

1)very short term loadforcasting
2)mid term loadforcasting
3)long term loadforcasting

نیروگاهها تا بار ماههای سال برای تنظیم برنامه تعمیرات منظم و دوره ای و بارهـای سـالهای آینـده بـرای برنامه ریزی توسعه ای این متغیرها و عوامل موثر در پیدایش آنها مورد توجه قرار می گیرد.

منحنی مصرف برای مصرف کننده کاملاً تصادفی و غیر مشخص بوده و قابل پیش بینی نیسـت و از سـوی دیگر ،هر مجموعه خاص از مصرف کننده ها منحنی مصرف مخصـوص بـه خـود را داراسـت ، همچنیـن مصـرف بـار الکـتریکی تـابعی کـاملاً غـیرخطی و بسیار پیچیـده از پارامترهـایی از جملـه شـرایط آب و هوایی،شرایط اقتصادی ،زمان و عوامل تصادفی می باشد . همچنین تقریباً هر روز هفته منحنی خاص خود را دارد .لذا مدل مورد نظر باید توانایی این کار را داشـته باشـد کـه اثـر تمـامی ایـن عوامـل را بـر منحنـی مصرف در نظر بگیرد ،همچنین بایستی خطای پیش بینی تا حدامکان کم باشد ،از طرفـی دارای سـاختاری ساده باشد و در کوتاهترین زمان ممکن به جواب نهایی برسد ، و از همه مهمتر اینکه اسـتفاده از آن بـرای برنامه ریزان و اپراتورها ساده باشد . لذا با توجه به اهمیت پیش بینی بار کوتاه مدت و خواصـی کـه بـرای یک برنامه پیش بینی بار برشمردیم ،روشهای مختلفی در این زمینه ارائه شده است که هر یـک بـه نوعـی دارای برخی کاستی ها (وبخصوص در پیش بینی روزهای تعطیل) بودند ، با وارد شدن شبکه های عصبی در این عرصه تقریبا تمامی مدلها و روشهای قبلی کنار گذاشته شد ،چرا که این شـبکه هـا دارای توانـایی های بسیار زیادی در بیان روابط غیرخطی می باشند .در شکل صفحه بعـد مـوارد اسـتفاده پیـش بینـی بـار کوتاه مدت آمده است .



شکل ۱-۱ موارد استفاده پیش بینی بار کوتاه مدت

۱-۲ تاریخچه پیش بینی بار

پیش بینی کوتاه مدت بار در شبکه های قدرت از دیر باز مورد توجه قرار گرفته است . اتخاذ تصمیم در مدیریت انرژی ، در مدار قرار گیری نیروگاهها ، بررسی پخش بار اقتصادی ، تحلیل قابلیت اطمینان سیستم و برنامه ریزی تعمیر و نگهداری نیروگاهها، همگی نیازمند پیش بینی بار در بازه های زمانی مختلف می باشد . در گذشته روشهای متعدد آماری مورد استفاده قرار می گرفت ، که از آنجمله می توان به روش هموار سازی نمایی ،روش باکس جنکیز [1] ،روش تخمین حالت ، سریهای زمانی و فیلتر کالمن اشاره نمود . این روشها عموماً برای روزهای عادی موثر بوده و برای روزهای خاص سال قابل اعتماد نیستند . به همین خاطر ، در بعضی کشورها اپراتورهای با تجربه ، پیشگویی را با قوانین منطقی خود انجام داده و یا با استفاده از تجربه ، نتایج روشهای آماری را تصحیح می کنند .

با پیشرفت تکنولوژی رایانه ، کاربرد حافظه وسیعتر و همچنین افزایش سرعت دسترسی به اطلاعات و انجام محاسبات پیچیده تر میسر گردیده و در دو دهه اخیر تکنیکهای هوش مصنوعی مورد توجه قرار گرفته است . از سال ۱۹۸۸ به بعد ، مقالاتی در پیش بینی بار کوتاه مدت مشاهده می گردد ، که در آن مدل ریاضی به ندرت به چشم می خورد و پیش بینی تنها از طریق تحلیل اطلاعات گذشته و ادغام تجربیات اپراتورها صورت می گیرد .

با ورود شبکه های عصبی به مقوله پیش بینی بار کوتاه مدت در سال ۱۹۹۱ توسط H S U ، Yang و Park و همکارانش ، زمینه ابطال روشهای ریاضی قبل تقریباً به طور کلی فراهم گردید.

۱-۳ رئوس مطالب

فصل جاری حاوی مقدمه و تاریخچه پیش بینی بار کوتاه مدت و همچنین رئوس مطالب پایان نامه می باشد .در فصل دوم روشهای قدیمی پیش بینی بار کوتاه مدت ذکر شده و مهمترین آنها را که بیش از سایرین استفاده می شدند ، توضیح داده ایم . در فصل سوم مبانی شبکه های عصبی و شیوه های آموزش این شبکه های آمده است . با توجه به اهمیت و نقش پارامترهای ورودی در آموزش یک شبکه عصبی ، در فصل چهار با جمع بندی کارای انجام شده قبلی در این زمینه به همراه مهمترین متغیرهای ورودی آنها آمده است و در فصل پنجم نیز کاربرد شبکه های عصبی در پیش بینی کوتاه مدت بار آمده است و در ادامه نتایج کلی و پیشنهاداتی برای انجام کارهای بعدی آمده است .

1) Box-Jenkins