

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

۱۳۸۰ / ۱۱ / ۲۴

مهندسی صنایع

مدیریت سیستم و بهره‌وری

پایان نامه کارشناسی ارشد

پیش‌بینی بار در شبکه‌های قدرت

با استفاده از سیستم خبره

016072

حسن صادق پور

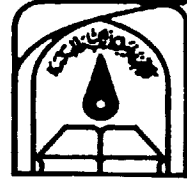
۳۹۵۵۱

استاد راهنما:

دکتر محمد رضا امین ناصری

مهر ماه ۱۳۸۰

روز اعطای نوبت آزمون علمی ایران
توسعه مدیریت



دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای حسن صادقیپور پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان پیش بینی بار در سیستم های قدرت بوسیله سیستم خبره در تاریخ ۸۰/۹/۱۸ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع باگرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری پیشنهاد می‌کنند.

امضاء

<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>اعضای هیات داوران</u>
آقای دکتر امین ناسری	۱- استاد راهنما:
آقای دکتر البدوی	۲- استاد مشاور:
آقای دکتر سپهری	۳- استادان محتن:
آقای دکتر میردیان میردیان	۴- مدیر گروه:
آقای دکتر چهارسوقی	(یا نماینده گروه تخصصی)

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه / رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

بسم

آئین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس مبین بخشی از فعالیتهای علمی- پژوهشی دانشگاه است، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱- در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اطلاع دهند.

ماده ۲- در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کنند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد حسن صادقیپور در رشته مهندسی صنایع (مدیریت سیستم و بهره‌وری) است که در سال ۱۳۸۰ در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر محمدرضا امین ناصری و مشاوره جناب آقای دکتر امیرالدوی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳- به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشاراتی دانشگاه، تعداد یک درصد از شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اهداء کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴- در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان کتاب را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس تأدیه کند.

ماده ۵- دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند. بعلاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش تأمین نماید.

ماده ۶- اینجانب حسن صادقیپور دانشجوی رشته مهندسی صنایع مجموعه مدیریت سیستم و بهره‌وری مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آنرا قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: حسن صادقیپور

تاریخ و امضاء:

تقدیم به همسر عزیزم و فرزند دلبندم
که با تحمل مشکلات و سختیها
همواره پشتیبان و مشوق من بوده‌اند.

قدر دانی

اکنون که به یاری خداوند متعال، توفیق نگارش این پایان نامه نصیب گردیده بر خود لازم می‌دانم که از جناب آقای دکتر محمدرضا امین ناصری استاد راهنمای اینجانب که با راهنماییهای ارزنده خود چه در طول تحقیق و چه در امر نگارش و بازنگری پایان نامه، مرا در این امر مهم یاری نمودند نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم. همینطور از جناب آقای دکتر امیر البدوی به جهت نقد و بررسی و داوری پایان نامه سپاسگزاری نمایم.

در ضمن از همکاری صمیمانه آقای مهندس محمد فخرالدین ییلاقی کارشناس محاسبات و برنامه ریزی و مسئول انجام پیش بینی بار مرکز دیسپاچینگ برق منطقه ای خراسان به خاطر در اختیار گذاشتن اطلاعات، دانش، تجربه و خبرویت خود جهت ایجاد پایگاه دانش تشکر می‌کنم.

امیدوارم تمامی این عزیزان که در این امر مهم به اینجانب یاری رساندند همواره موفق و سربلند باشند.

چکیده

پیش بینی مصرف بار الکتریکی برای برنامه ریزی و بهره برداری بهینه سیستم‌های قدرت نقش مهمی را ایفا می‌نماید. مصرف بار در سیستم‌های قدرت به عوامل متعددی همچون متغیرهای جوی مانند باد، رطوبت، پوشش ابری و متغیرهای دیگر مانند تعطیلات، ماههای سال و روزهای هفته بستگی دارد. میزان بار در روزهای تعطیل با روزهای معمولی تفاوت بسیار دارد که عمده این تفاوتها به دلایل فرهنگی و اجتماعی حاکم بر هر منطقه می‌باشد.

در مراکز کنترل سیستم های قدرت اپراتورها سعی می‌کنند که بار را در زمان واقعی با استفاده از اطلاعات روز قبل وقواعد و قوانین ابتکاری خودشان بهنگام کنند. از آنجاکه میزان مصرف بار علاوه بر عوامل فوق‌الذکر به عوامل ناشناخته بسیار دیگری نیز بستگی دارد لذا استفاده از روش‌های معمولی پیش‌بینی کافی نبوده و استفاده از تجربیات و خبریتهای کارشناسان و اپراتورها می‌تواند درپیش بینی دقیق‌تر بسیار موثر باشد. هدف این پایان نامه طراحی یک سیستم خبره برای پیش بینی بارشرکت برق منطقه‌ای خراسان است. برای این مقصود ابتدا از روش رگرسیون چند متغیره خطی یک‌پیش بینی اولیه از مصرف بار روز بعد انجام می‌گیرد. سپس باتوجه به عوامل غیر کمی مانند تعطیلات عادی و ویژه، وضعیت‌های ویژه جوی و ... به کمک تجربیات و خبریتهای کارشناسان و افراد خبره، سیستم خبره‌ای طراحی گردید که قادر به پیش بینی میزان مصرف بار در استان خراسان باشد. سیستم خبره طراحی شده برای تمام روزهای سال ۱۳۷۹ و نیمه اول سال ۱۳۸۰ (۱۸۰ روز) مورد آزمون واقع شد و نتایج این تست نشان داد که خطای سیستم خبره برای کل سال ۱/۸٪ بوده که در مقایسه با پیش بینی کارشناس خبره که ۲/۵٪ بوده وضعیت مطلوب تری را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی

پیش بینی بار - سیستم خبره - سیستم‌های قدرت

الف - فهرست مطالب

فصل اول - کلیات

- ۱ - ۱ - مقدمه ۱
- ۱ - ۲ - ۱ - تعریف و اهمیت مسئله ۱
- ۳ - ۱ - ۳ - روش کار ۳
- ۴ - ۱ - ۴ - ۱ - مروری بر سابقه تحقیق ۴
- ۹ - فصل دوم - پیش بینی بار در صنعت برق
- ۱۰ - ۱ - ۲ - مقدمه ۱۰
- ۱۰ - ۲ - ۲ - پیش بینی بار در مراکز دیسپاچینگ ۱۰
- ۱۱ - ۱ - ۲ - ۲ - پیش بینی بلند مدت ۱۱
- ۱۱ - ۲ - ۲ - ۲ - پیش بینی میان مدت ۱۱
- ۱۲ - ۲ - ۲ - ۳ - پیش بینی بسیار کوتاه مدت ۱۲
- ۱۲ - ۲ - ۲ - ۴ - پیش بینی کوتاه مدت ۱۲
- ۱۴ - ۲ - ۳ - روش‌های پیش بینی ۱۴
- ۱۵ - ۲ - ۳ - ۱ - روش رگرسیون خطی چند متغیره ۱۵
- ۱۶ - ۲ - ۳ - ۲ - روش سری‌های زمانی ۱۶
- ۱۹ - ۲ - ۳ - ۳ - شبکه‌های عصبی ۱۹
- ۲۰ - ۲ - ۴ - انتخاب روش‌های پیش بینی ۲۰
- فصل سوم - سیستم‌های خبره
- ۲۲ - ۱ - ۳ - مقدمه ۲۲
- ۲۲ - ۲ - ۳ - نقش سیستم‌های خبره در صنعت برق ۲۲
- ۲۵ - ۳ - ۳ - تعریف هوش مصنوعی ۲۵
- ۲۶ - ۳ - ۴ - تعریف سیستم خبره ۲۶

۲۷	۳-۵ - تاریخچه سیستم‌های خبره
۲۸	۳-۶ - ساختار یک سیستم خبره
۳۰	۳-۷ - مزایای سیستم خبره
۳۱	۳-۸ - محدودیت‌های سیستم خبره
۳۲	۳-۹ - اجزاء سیستم خبره
	فصل چهارم - طراحی سیستم خبره
۳۶	۴-۱ - مقدمه
۳۶	۴-۲ - عوامل موثر بر الگوی مصرف بار
۳۹	۴-۳ - طراحی مدل پیش بینی
۴۱	۴-۴ - مدل پیش بینی بار مربوط به روزهای عادی سال
۵۳	۴-۵ - مدل پیش بینی بار برای روزهای ملی
۵۵	۴-۶ - مدل پیش بینی بار برای روزهای مذهبی
۵۸	۴-۷ - طراحی سیستم خبره
۶۴	فصل پنجم - نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۷۴	منابع و مأخذ
۸۰	واژه نامه انگلیسی به فارسی
۸۳	واژه نامه فارسی به انگلیسی
۸۶	ضمائم

ب - فهرست جداول

- ۴۲ جدول (۱-۴) - مقدار بار در روزهای عادی فصل بهار
- ۴۶ جدول (۲-۴) - جدول ضرایب β برای روزهای عادی فصل بهار
- ۶۶ جدول (۱-۵) - مقایسه نتایج پیش بینی در سال ۱۳۷۹
- ۶۷ جدول (۲-۵) - مقایسه پیش بینی باربین سیستم خبره و فردخبره در بهار ۱۳۸۰
- ۷۱ جدول (۳-۵) - مقایسه نتایج پیش بینی در بهار سال ۱۳۸۰
- ۷۱ جدول (۴-۵) - مقایسه نتایج پیش بینی در نیمه اول سال ۱۳۸۰
- ۷۲ جدول (۵-۵) - مقایسه نتایج پیش بینی بار بین سیستم خبره و رگرسیون ساده

ج - فهرست اشکال

- ۲۹ شکل (۱-۳) - اصول یک سیستم خبره
- ۳۲ شکل (۲-۳) - اجزاء یک سیستم خبره
- ۳۷ شکل (۱-۴) - نمودار میزان وابستگی بار به درجه حرارت
- ۳۷ شکل (۲-۴) - نمودار وابستگی میزان بار به فصل
- ۵۹ شکل (۳-۴) - نمودار گردش کار
- ۷۰ شکل (۱-۵) - مقایسه نموداری پیش بینی بار در بهار سال ۱۳۸۰

فصل اول

کلیات

۱ - ۱ - مقدمه

صنعت برق از صنایع زیر بنایی کشور بوده و کلیه فعالیت‌های اقتصادی، صنعتی، کشاورزی و غیره بطور مستقیم و غیر مستقیم به این صنعت وابسته می‌باشند. از آنجا که هزینه سرمایه گذاری و هم چنین نگهداری از تجهیزات تولید و انتقال انرژی در صنعت برق کلان و نیازمند صرف زمان طولانی می‌باشد و از طرفی دیگر انرژی الکتریکی قابلیت ذخیره کردن ندارد و همزمان با تولید باید مصرف گردد لذا بحث پیش بینی مصرف بار در صنعت برق از اهمیت بالایی برخوردار است.

در این فصل ابتدا اهمیت مسئله پیش بینی بطور اختصار تشریح شده و تعریفی از مسئله مورد تحقیق ارائه می‌گردد و سپس توضیحی در مورد روش کار داده شده و در پایان فصل نیز به سابقه تحقیق پرداخته خواهد شد.

۱ - ۲ - تعریف و اهمیت مسئله

امروزه اهمیت و یا ضرورت تولید انرژی از جهات مختلف اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی بر همگان روشن است. مصرف الکتریکی بطوری با زندگی روزانه ما عجین شده است که بدون آن ادامه زندگی اجتماعی و تمدن در عصر حاضر ناممکن می‌نماید. توسعه اقتصادی و شکوفایی صنعتی در جهان امروز متکی به توسعه صنعت برق می‌باشد و هرگونه وقفه و کوتاهی در این امر می‌تواند صدمات اقتصادی جبران ناپذیری به اجتماع وارد سازد.

یکی از ویژگی‌های خاص انرژی الکتریکی (بر خلاف سایر محصولات تولیدی) این است که تولید آن همزمان با مصرف تحقق می‌یابد. یعنی تولید انرژی زمانی امکان پذیر است که همزمان مصرف کننده‌ای بدنبال داشته باشد و این بدین معناست که نمی‌توان انرژی الکتریکی را به سادگی ذخیره کرد. از طرفی دیگر تولید کنندگان برق (نیروگاهها) اطلاع و ارتباط لازم را با مصرف کنندگان خرد و کلان ندارند و نمی‌توانند از پیش

میزان تولید خود را تعیین کنند. لذا تولید بیش از مصرف معادل ضایع کردن منابع و کم تر از آن باعث انواع و اقسام نارضایتی ها و خسارات اقتصادی می شود.

تحت این شرایط است که پیش بینی مصرف برق یکی از عوامل بسیار مهم و کلیدی در برنامه ریزی مدیریت و هدایت برق کشور محسوب می شود و ابزاری قدرتمند و ضروری در دست طراحان و گردانندگان سیستم قدرت می باشد که بدون آن هیچگونه مدیریتی روی بار شبکه نمی توان داشت.

پیش بینی کوتاه مدت بار در امر ورود و خروج به موقع واحدها، تعیین میزان ذخیره مطمئن گردان و غیر گردان و میزان خاموشی ها و پیش بینی انرژی اکتیو و راکتیو و هم چنین برای مطالعات اتصال کوتاه و تعیین بار گذاری خطوط انتقال و واحدها و عملیات مانور شبکه توزیع مورد استفاده فراوان دارد.

روی این اصل موضوع پیش بینی در صنعت برق یکی از مباحثی است که محققین با استفاده از روش های گوناگون پیش بینی مدل هایی ارائه داده اند (تفصیل این مطالعات در بخش ۱-۴ آمده است).

همانطور که در بررسی سابقه تحقیق آمده است اغلب این مدل ها مبتنی بر روش های کمی بوده و سعی بر آن دارند که با توجه به سابقه یا با توجه به عوامل تاثیر گذار بر میزان مصرف مانند درجه حرارت، رطوبت و... به پیش بینی بار پردازند. اما باید متذکر بود مصرف بار تنها تابع عوامل کمی فوق الذکر نبوده بلکه عوامل کیفی دیگری که عمدتاً متأثر از رفتار های فرهنگی و اجتماعی خاص مناطق می باشد (مانند جشن ها، شادی ها، سوگواریها، اعیاد و) بر میزان مصرف تاثیر دارند که بدلیل پیچیده بودنشان معمولاً نمی توان آن ها را بصورت یک متغیر کمی در مدل های معمولی پیش بینی قرار داد. لذا با توجه به وضعیت خاص مسئله ضمن استفاده از مدل های کمی پیش بینی، برای لحاظ نمودن متغیرهای کیفی از سیستم های خبره استفاده شده است. از آنجا که عوامل موثر بر مصرف بار علاوه بر موارد فوق به عوامل منطقه ای (با توجه به آب و هوا، تغییرات جوی متفاوت در فصول مختلف سال) نیز بستگی دارد، لذا به منظور پیش بینی دقیق تر بار این تحقیق بر روی شبکه خراسان متمرکز شده است.

شبکه برق منطقه ای خراسان با داشتن نیروگاههای مشهد، توس، شریعتی، نیشابور، شیروان وقاین و نیروگاههای دیزلی به ترتیب با ظرفیت ۳۲۰، ۶۰۰، ۴۰۰، ۷۴۰،

۱۵۰، ۷۵ و ۷۹ مگاوات برق ۱۹ درصد مساحت کشور را تامین می کند. این شرکت با داشتن شش نیروگاه با ظرفیت نصب شده حدود ۲۳۶۴ مگاوات، ۱۲۷ پست انتقال و فوق توزیع، ۴۲۵۰ کیلومتر خط انتقال مسئولیت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق خراسان را به عهده دارد [۱۲].

هم اکنون کار پیش بینی کوتاه مدت بار در واحد دیسپاچینگ شبکه برق خراسان توسط خبرگانی که تجربیات ارزنده ای در پیش بینی بار دارند انجام می شود. پیش بینی این افراد فقط مبتنی بر تجربیات آن هاست و هیچگونه مکتوباتی در شیوه کار آن ها در دست نیست. لذا این خطر وجود دارد که با بازنشسته شدن و یا خارج شدن این افراد از سیستم این تجربیات و خبرویت های ارزشمند از بین برود.

در این تحقیق سعی شده است که علاوه بر شناخت و تحلیل عوامل موثر بر میزان مصرف بار، از خبرویت افراد در مرکز دیسپاچینگ استفاده شود و با تلفیق روش های پیش بینی (رگرسیون) و شناخت عوامل موثر طبیعی و فرهنگی منطقه با استفاده از سیستم خبره مدلی برای پیش بینی بار برق منطقه ای خراسان طراحی گردد.

۱ - ۳ - روش کار

هر سیستم خبره بطور عمده شامل دو قسمت پایگاه دانایی یا دانش (Knowledge) و موتور استنتاجی می باشد. پایگاه دانایی عبارت است از مجموعه دانش، اطلاعات، خبرگی فرد خبره که از وی اخذ می شود و آنگاه به زبان دیگری که استنتاجات بر روی آن انجام می گیرد، بارنمایی می گردد. موتور استنتاجی مکانیزم استدلالی است که بطور دینامیکی سیستم را هنگام جستجوی پایگاه دانش هدایت یا کنترل می کند و نهایتاً پاسخی برای مسئله مورد نظر ارائه می دهد.

در این تحقیق ابتدا روزهای سال به دو دسته روزهای ویژه و روزهای عادی تقسیم شده اند، روزهای ویژه شامل تعطیلات ملی و مذهبی بوده و روزهای عادی شامل روزهای مختلف هفته در فصول متفاوت سال می باشند. جهت ایجاد پایگاه دانایی ابتدا بوسیله روش رگرسیون چند متغیره خطی معادلات پیش بینی بار برای روزهای عادی معین شدند، برای