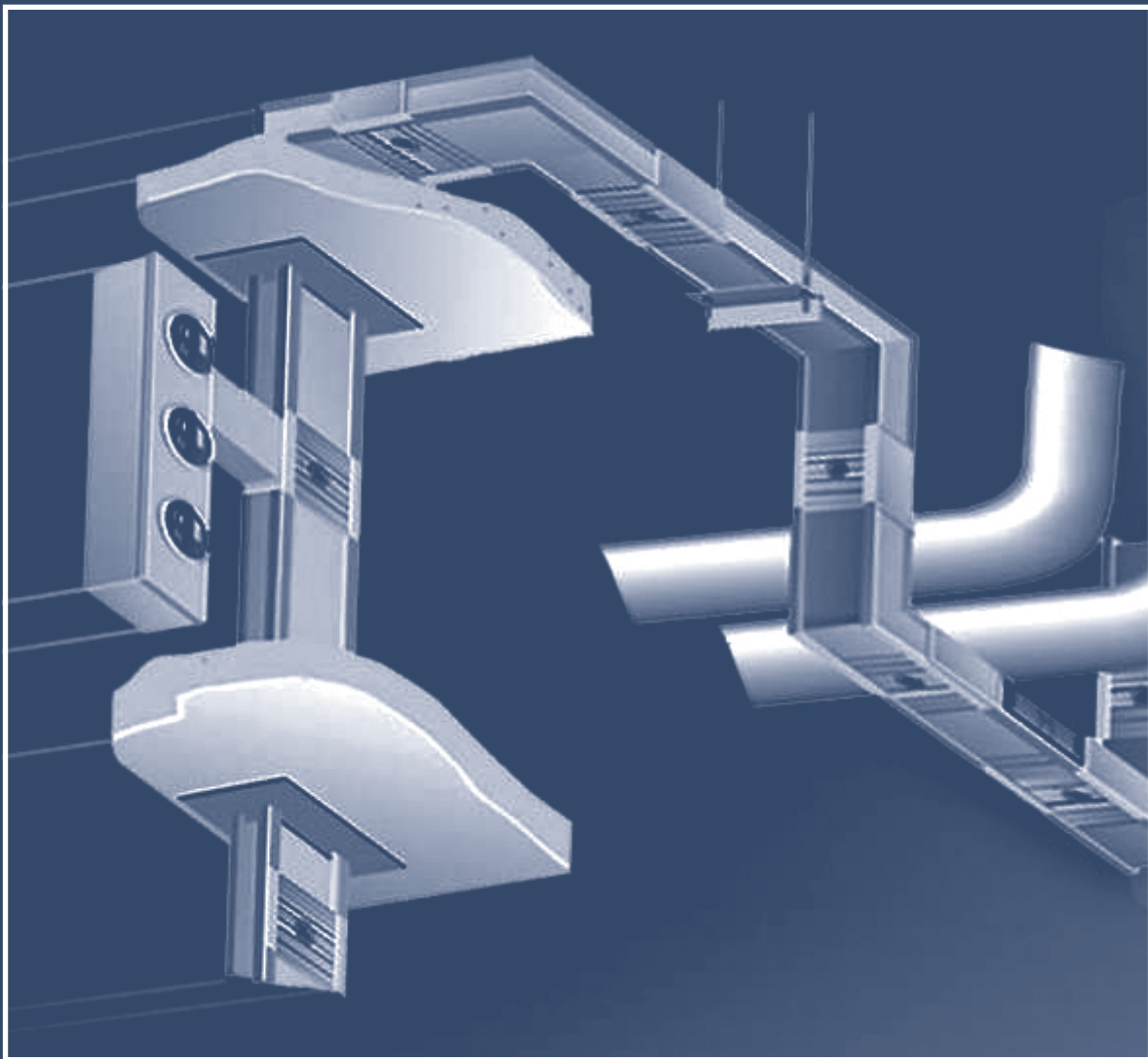


اتوماسیون و بهینه‌سازی در سیستم‌های توزیع الکتریکی

- بهینه‌سازی سیستم‌های توزیع
- بهره‌برداری بهینه از سیستم توزیع

نشریه شماره ۱۵، زمستان ۱۳۷۲



پیشگفتار

با اختراع انرژی الکتریکی و سپس ورود آن به زندگی روزمره انسان، استفاده از آن همواره روند صعودی داشته و رو به گسترش رفته است بطوریکه در طی حدود يك قرن از این اختراع مهم، شبکه های برق رسانی در تمام جهان رشد یافته و این نوع انرژی به گونه ای با زندگی انسان درهم آمیخته است که ادامه حیات صنعتی و شهری بشر، بدون آن میسر نمی باشد.

سیستمهای عظیم برق رسانی شامل سه بخش تولید، انتقال و توزیع هستند که هر کدام مسائل فنی مربوط به خود را دارا می باشند ولی در این میان، شبکه های توزیع دارای بیشترین میزان پیچیدگی هستند. با توجه به هزینه فوق العاده ای که صرف تولید و سپس انتقال نیروی الکتریکی می شود، باید اقداماتی انجام داد که پرت انرژی به حداقل رسیده و در هیچ منطقه ای نیروی الکتریکی مازاد بر احتیاج و یا کمبود آن وجود نداشته باشد چون در هر کدام از این حالات، خسارات و صدمات فراوانی وارد خواهد گردید که ضایعات اقتصادی، تنها یکی از انواع عواقب مترتبه است. با ایجاد يك سیستم مناسب جهت توزیع، می توان سریعاً و دقیقاً تصمیم گرفت که نیروی الکتریسته به چه طریق و یا از چه مسیری تغذیه و توزیع گردد.

با بهره برداری صحیح از شبکه های توزیع، نه تنها می توان از ضایعات اقتصادی جلوگیری نمود، بلکه می توان موجب بهینه شدن کل سیستم گردید که غفلت در این امر، موجب از دست رفتن سرمایه های مملکت خواهد شد.

هم‌اکنون در کشورهای پیشرفته جهان، گامهای سریع و موثری درمورد اتوماسیون سیستمهای توزیع و بهره‌برداری برداشته‌اند و ما نیز بر آن هستیم که با تهیه مقالات و ارائه راه‌حلهائی در این زمینه، راه را برای رسیدن به این هدف هموارسازیم، لذا در اولین گام، مقاله پیوست را تقدیم علاقمندان نموده و امیدواریم که این گام كوچك، تبدیل به جهشی بزرگ درنیل به اهداف جمهوری اسلامی ایران شود.

سعید شهیدی

مدیر بخش تحقیقات و مطالعات

۱ - مقدمه

اهمیت و نقش سیستمهای توزیع انرژی:

هنگامی که اولین نیروگاه در سال ۱۸۸۶ در نیویورک شروع بکار کرد، صنعت برق متولد شد. از آن زمان تاکنون (۱۹۹۳ میلادی) شبکه های الکتریکی شامل نیروگاهها، سیستمهای فشار قوی، سیستم های توزیع و فوق توزیع در کشورهای مختلف به سرعت گسترش یافته اند. بزرگ شدن شبکه های برق رسانی، مشکلات گوناگونی را در تأمین برق مصرف کنندگان، توأم با قابلیت اعتماد بالا و قیمت ارزان ایجاد نموده است. این مشکلات را می توان در دو مرحله طراحی سیستم های توزیع و بهره برداری از این سیستم ها بیان نمود.

از طرف دیگر، بی توجهی به چگونگی توسعه شبکه های توزیع شهری و بهره برداری نامناسب از شبکه های موجود، باعث بروز ضایعات و خرابیهای بسیار در دستگاهها و لوازم مورد استفاده مشترکین می گردد که در نهایت نارضایتی مصرف کنندگان را بدنبال دارد. از همه مهمتر، سرمایه هنگفتی که در این بخش از صنعت به کار گرفته شده است، اتلاف می گردد.

یکی از مهمترین عواملی که در استفاده بهینه از سرمایه گذاریهای انجام شده در سیستم های توزیع وجود دارد، در مرحله اول، طراحی بهینه سیستم و در مرحله دوم، استفاده بهینه از شبکه توزیع است.

در این گزارش ابتدا توضیح مختصری در مورد طراحی بهینه سیستمهای مذکور ارائه می گردد و سپس در مورد بهره برداری بهینه از آنها توضیحات جامعتری ارائه خواهد گشت.

در نهایت به عنوان ابزاری مفید در کنترل سیستم های توزیع، از کاربرد سیستم های خبره سخن به میان خواهد آمد.

۲ - طراحی بهینه سیستم های توزیع

یکی از مسائل مهم در سیستم توزیع، طراحی بهینه آن است که اخیراً به علت توسعه این شبکه ها از اهمیت فوق العاده ای برخوردار شده است. در طراحی سیستم های توزیع، عوامل و پارامترهای متعددی دخالت دارند که به عنوان نمونه، می توان مسائل فنی، اقتصادی، اکولوژیکی، جغرافیایی، سیاسی و بافت اجتماعی شهرها را بیان نمود. به علت کثرت عوامل و پارامترهای متعدد در طراحی سیستم های فوق، این گونه سیستم ها را نمی توان کاملاً فرموله کرده و الگوریتم ریاضی و کامپیوتری دقیقی جهت آنها ارائه نمود، بلکه از نظر طراحان و تجربیات مهندسين نیز در این مسئله باید به صورت موثری استفاده کرد.

مسائل مهم در طراحی بهینه سیستم های توزیع عبارتند از:

- جایابی و تعیین ظرفیت بهینه پستهای توزیع، با توجه به پیش بینی بار حال و آینده.

- مسیریابی بهینه و تعیین ظرفیت کابلها و فیدرها.

- جایابی و هماهنگی منابع تولید توان راکتیو (خازنها).

- بررسی تلفات سیستم توزیع بمنظور به حداقل رسانیدن آن.

- استفاده بهینه از سرمایه گذاریهای انجام شده و به حداقل رسانیدن آن و مسائلی از این قبیل.

با توجه به موارد بالا، طراحی بهینه سیستم های توزیع در دو مرحله انجام می گیرد. در مرحله اول، با توجه به نقاط تغذیه (فیدرها)، مراکز ثقل بار و مکانهای بالقوه جهت احداث پست های توزیع، يك طرح اولیه ارائه می گردد. در مرحله دوم، سعی براین است که طرح اولیه ارائه شده را تا حد امکان و با توجه به محدودیتهای بار و شبکه، با حذف و اضافه نمودن شاخه ها، بهینه نمود.

لازم به ذکر است که تعداد حالت‌های ممکن جهت طراحی يك شبکه توزیع بسیار زیاد بوده و انتخاب بهینه ترین روش از بین آنها، مستلزم محاسبات بسیار زیاد است. لذا با استفاده از روشهای تجربی، بسیاری از حالتها، بدون بررسی جزئیات کنار گذاشته شده و فقط حالاتی که نزدیک به حالت بهینه تشخیص داده می شوند، با یکدیگر مقایسه می گردند.

۳ - بهره برداری بهینه از سیستم های توزیع

پس از طراحی بهینه يك سیستم، استفاده بهینه از آن بایستی مد نظر قرار گیرد که اهمیت این مرحله از طراحی مرحله قبلی بسیار بیشتر است. بهره برداری بهینه از يك سیستم توزیع به این معنا است که علاوه بر تأمین نیاز مصرف کنندگان، هزینه تولید و انتقال و در نهایت هزینه تمام شده برای مصرف کنندگان به حداقل برسد. جهت نیل به این هدف، روشهای متفاوتی وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

الف - بهره برداری از سیستم با استفاده از روش پخش بار بهینه

ب - کنترل سیستم توزیع انرژی (اتوماسیون)

در حالت الف، بهره برداری به گونه ای انجام می گیرد که تلفات خطوط در سیستم به حداقل برسد. به این منظور، با استفاده از محاسبات پخش بار بهینه، قدرت انتقالی از پستهای توزیع و تپ چنجر ترانسفورمرهای این پستها (برای کنترل ولتاژ و در نهایت برای کاهش تلفات) به گونه ای تغییر می یابند که هدف مذکور تأمین گردد. لازم به ذکر است که در این روش ساختار شبکه تغییر نمی نماید و فرمانهای کنترلی این روش، فقط به منظور استفاده بهینه از تجهیزات سیستم از قبیل پستها، خطوط و ... می باشند. در وضعیت ب (اتوماسیون)، بهینه سازی سیستم مذکور با کنترل سیستم و کلید زنی خطوط جهت تغذیه بارها صورت می پذیرد.

ذکر این نکته لازم است که با توجه به تعداد زیاد خطوط در شبکه توزیع و همچنین شعاعی بودن آنها (به خاطر کاهش قدرت اتصال کوتاه و رفع سریع اتصالی)، کلید زنی خطوط را می‌توان به گونه ای انجام داد که علاوه بر تامین نیاز مصرف کنندگان، استفاده بهینه از سیستم توزیع انجام گیرد. بنابراین در این حالت، تنها مسیر قدرت انتقالی به مصرف کنندگان تغییر می‌کند که این تغییر، توسط قطع و وصل کلیدهای مربوطه انجام می‌پذیرد.

در صورتی که از نظر زمان محاسبات در حالت "درخت"، محدودیت زیادی وجود نداشته باشد، می‌توان پس از کنترل توزیع توسط کلیدزنی خطوط، الگوریتم پخش بار بهینه را نیز اجرا نمود که در این صورت تلفات به حداقل ممکن خود خواهد رسید.

لازم به ذکر است در بهره برداری بهینه از سیستم های توزیع با استفاده از کنترل آنها، بعضی از پستها توسط سیستم های کنترل محلی (با استفاده از اپراتورهای با تجربه)، و تعدادی از کلیدهای خطوط، توسط واحدهای کنترل از راه دور، کنترل می‌گردند. به دلایل زیر، کنترل محلی سیستمهای توزیع نسبت به کنترل مرکزی آنها، از اهمیت بیشتری برخوردار است:

۱ - در سیستم های توزیع، تعداد عناصر (از جمله خطوط، ترانسفورمرهای توزیع، کلیدها و بارها ...) بسیار زیاد است.

۲ - تغییر وضعیت عناصر سیستم، به طور پیوسته و به کرات اتفاق می‌افتد. این گونه تغییرات، در دو حالت "درخت" و "خارج از خط" صورت می‌پذیرد.

۳ - با توجه به کثرت عناصر، جمع آوری اطلاعات آنها غیر ممکن است و در نتیجه عمل کنترل به عناصر اصلی سیستم، محدود می‌گردد. که این

محدودیت، هم در انتقال داده ها و هم در تکنیک جمع آوری داده ها مشهود خواهد گردید.

۴ - از طرف دیگر، کنترل کلیدهای دور دست بتوسط سیستم های کنترل مرکزی بسیار مشکل است و این کار در حالات خاص و برای بعضی از المانهای مهم، آن هم به دفعات بسیار کم در طول سال انجام می پذیرد. با توجه به دلایل فوق در می یابیم که کنترل محلی سیستم های توزیع بسیار مناسبتر از کنترل مرکزی بوده و از نظر اقتصادی هم بسیار با صرفه تر خواهد بود. همچنین با توجه به اینکه شبکه های توزیع، بارهای گوناگونی از قبیل بارهای خانگی، تجاری و صنعتی را تغذیه می کنند و مقادیر مصرف این مصرف کننده ها در ساعات مختلف شبانه روز متفاوت می باشد، لذا توسط کنترل شبکه توزیع (اتوماسیون)، می توان بسته به میزان مصرف کننده ها در ساعات مختلف شبانه روز، آرایش سیستم توزیع را به گونه ای تغییر داد تا توزیع جریان در شبکه، کمترین تلفات ممکن را به همراه داشته باشد. این روش نسبت به روش بهره برداری سیستم توزیع، با شرط حداقل کردن تلفات بدون کلیدزنی خطوط، بسیار مناسبتر می باشد.

با توجه به اینکه کنترل سیستم های توزیع باید در زمان واقعی برای شبکه در حال کار انجام پذیرد، لذا بایستی از سرعت محاسباتی بسیار زیادی برخوردار باشد، به همین منظور استفاده از کامپیوترهای پیشرفته با سرعت بالا، از اهمیت زیادی برخوردار است.

۴ - نحوه تغییرات بار برای کنترل سیستم های توزیع همانگونه که در بخش قبل نیز اشاره شد، کنترل سیستم های توزیع برای شبکه در حال کار، براساس میزان مصرف مصرف کننده ها

می باشد. به این منظور به پیش بینی بار و همچنین پیش بینی تغییرات بار روزانه و سالانه مصرف کننده ها نیاز خواهیم داشت. برای این منظور روشهای متفاوت و متنوعی ارائه گردیده است که یکی از روشهای مفید را می توان به صورت زیر بیان نمود:

برای بدست آوردن منحنی تغییرات بار سالانه، سال را به سه فصل کاری زمستان، تابستان و پاییز - بهار (بعنوان يك فصل) تقسیم می کنند.

همچنین برای ایام هفته نیز، دو نوع روز در نظر گرفته می شود:

- روزهای تعطیل یا آخر هفته

- روزهای کاری هفته

مصرف کننده ها نیز در این روش بسته به نوع مصرف به سه گروه تقسیم می گردند:

- مصرف کننده های خانگی

- مصرف کننده های تجاری

- مصرف کننده های صنعتی

از ترکیب حالت های فوق، ۱۸ نوع منحنی بار ($3 \times 2 \times 3$) نتیجه می گردد. به عنوان نمونه، اولین نوع از منحنی های بار، تغییرات بار در فصل زمستان و در روزهای تعطیل یا آخر هفته و برای مصرف کننده های خانگی می باشد.

در این روش برای بدست آوردن منحنی بار، روزانه، ۹۶ مرتبه به فاصله های ۱۰ دقیقه ای نمونه گیری صورت می گیرد و فرض می شود که در این ۱۰ دقیقه تغییرات بار ناچیز است. فاصله زمانی ۱۰ دقیقه ای، در اکثر شبکه های توزیع می تواند بخوبی تغییرات بار را دنبال کند. به

عبارت دیگر در این روش حداقل فاصله زمانی بین کلید زنی های شبکه های توزیع، ۱۰ دقیقه در نظر گرفته شده است.

لازم به ذکر است که تعدادی از این ۱۸ نوع منحنی بار را می توان براساس دیگر منحنی های بار بدست آورد. مثلاً منحنی های بار صنعتی تغییر قابل توجهی با در نظر گرفتن فصول، درجه حرارت و آب و هوا ندارد به همین جهت دو نوع منحنی بارهای صنعتی در روزهای تعطیل و کاری زمستان، قابل استفاده برای منحنی بارهای صنعتی در فصول تابستان و پاییز - بهار نیز می باشد.

همچنین به خاطر نزدیکی فصول پاییز و بهار به فصل زمستان، می توان منحنی بارهای خانگی و تجاری در فصل زمستان را با يك ضریب ۸۵٪ برای منحنی بارهای خانگی و تجاری در فصل پاییز - بهار نیز بکار برد. از طرف دیگر، چون در زمستان عموماً قله بار در شب جهت گرمایش و در تابستان برای ایجاد برودت می باشد و با فرض اینکه این دو قله تقریباً با هم برابر باشند، در نتیجه می توان منحنی بار خانگی و تجاری زمستان را برای منحنی خانگی و تجاری تابستان به کار برد.

به عنوان يك نمونه عملی، منحنی بارهای خانگی و تجاری در فصل زمستان برای هر دو نوع روز هفته (روزهای آخر هفته و روزهای غیر تعطیل) در شبکه کینگ سون کانادا در شکل ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است که این منحنیها بر حسب قله بار، نرمالیزه شده اند. این روش مدل کردن بار، گرچه مدل دقیقی از تغییرات بار را ارائه نمی دهد، لیکن مدل معقولی جهت استفاده در روشهای تغییر آرایش شبکه جهت کنترل شبکه توزیع را به دست می دهد.

۵ - مقایسه روشهای بهینه سازی تلفات و کنترل سیستم توزیع در این قسمت، روش پخش بار بهینه و روش کنترل سیستم توزیع با هم مقایسه می شوند. همانگونه که قبلاً نیز بیان شد، در روش پخش بار بهینه، نحوه توزیع قدرت در پستهای توزیع و خطوط انتقال براساس محاسبات بهینه سازی تلفات و بدون تغییر در ساختار شبکه توزیع بیان می گردد. در روش کنترل سیستم توزیع، هدف فوق توسط تغییر آرایش سیستم توزیع و کلید زنی خطوط جهت انتقال قدرت به بارها و مصارف دیگر شبکه تأمین می شود. عمل کنترل بر روی کلیدها توسط کنترل محلی اپراتورها (بصورت فرمانهای دستی) و یا توسط کنترلهای اتوماتیک و با استفاده از سیستم های کامپیوتری پیشرفته قابل اجرا می باشد. امروزه با توجه به استفاده از تکنیکهای پیشرفته در محاسبات شبکه از جمله سیستم های خبره، و همچنین سرعت بسیار خوب کامپیوترها، استفاده از کنترل اتوماتیک سیستم های توزیع بسیار توصیه شده است.

به عنوان نمونه، این دو روش بر روی شبکه کینگ سون کانادا اعمال گردیده که نتایج مقایسه ای در جدول ۱ آمده است. همانگونه که از این جدول مشخص است، تلفات سیستم در حالت کنترل سیستم توزیع نسبت به حالت روش پخش بار بهینه، کمتر خواهد بود و در نتیجه هزینه انتقال انرژی نیز کمتر خواهد شد. همچنین نتایج دیگری که از این مقایسه، به طور تقریبی بدست می آیند به صورت زیر بیان می گردند:

الف) هر چه گوناگونی بارهای مصرفی يك شبکه زیادتر باشد کنترل شبکه اهمیت زیادتری پیدا می کند، زیرا که در این حالت، در صورتی که تغییرات بار هم زیاد باشد، تلفات بسیار زیاد بوده و در نتیجه کنترل سیستم توزیع به علت تغییر در ساختار شبکه، کاهش تلفات بیشتری را

در سیستم ایجاد خواهد نمود.

ب) زمان محاسبه شده برای اعمال کنترل سیستم توزیع، کمتر از زمان مورد نظر برای اعمال روش پخش بار بهینه می باشد. از این رو در شبکه کینگ سون، روش پخش بار بهینه علاوه بر اینکه جواب بهینه را نمی دهد، روش کندتری نیز نسبت به روش کنترل سیستم توزیع می باشد.



شکل ۱: نمودار منحنی های تغییرات بار روزانه در شبکه کینگ سون

	تلفات سیستم	زمان محاسبات برای يك حالت
روش پخش بار بهینه بدون کنترل	5286.09	7.712 Sec
روش کنترل سیستم توزیع	5163.43	1.114 Sec
تلفات صرفه جویی شده (MWh)	122.43	
کاهش تلفات به %	2.3	

جدول ۱: مقایسه روش پخش بار بهینه و کنترل سیستم توزیع بر روی شبکه کینگ سون

۶ - استفاده از سیستم های خبره در کنترل سیستم های توزیع در مدیریت سیستم های انرژی الکتریکی، امروزه هدف بر این اصل مهم قرار گرفته است که نیروی الکتریکی ارزان، بی خطر و با قابلیت اطمینان بالا تولید شده و به دست مصرف کننده ها برسد. این امر توسط کنترل اتوماتیک سیستم های تولید، انتقال و توزیع امکان پذیر است. امروزه سیستم های خبره که یکی از وسایل مهم در کنترل سیستم های توزیع می باشند، قادر هستند مقداری از فعالیتهای اپراتورها را در اختیار گرفته و آنها را با سرعت بیشتر و کیفیت مطمئن تری اجرا کنند. این امر همچنین به اقتصادی تر کردن بهره برداری از سیستم های توزیع منجر خواهد شد. اهمیت سیستم های خبره در این نوع سیستمها، هنگامی آشکار می گردد که اطلاعات کامل و دقیقی از نحوه کلید زنی شبکه و تغییرات موجود در شبکه در دسترس نباشد.

از کاربردهای دیگر سیستم های خبره در شبکه های توزیع می توان به مطالعه پخش بار توزیع، محاسبات اتصال کوتاه، یافتن محل خطای سیستم، اتصال مجدد پستهای توزیع پس از رفع اغتشاش در شبکه و ... اشاره نمود.

دو نکته اساسی در کاربرد سیستم های خبره عبارتند از:

۱ - سیستم های خبره بایستی به گونه ای طراحی گردند که اپراتورها قادر به اعمال نفوذ بر روی آنها باشند و به عبارت دیگر توانایی های تجربی آنان حفظ شود.

۲ - سیستم های خبره بایستی به گونه ای طراحی گردند که اپراتورها بتوانند تجربیات خود را به برنامه کنترل، انتقال داده و یا تجربیات قبلی اعمال شده را تغییر دهند.

به طور خیلی خلاصه می توان مزایای استفاده از سیستم های خبره در کنترل سیستم های توزیع را به صورت زیر بیان نمود:

الف - کمک کردن به اپراتورها: این سیستم ها می توانند به اپراتورها برای بهره برداری از شبکه باراندمان و کیفیت بالاتر کمک قابل توجهی بنمایند.

ب - انعطاف پذیری: قوانینی که در واقع بیان کننده چگونگی عملکرد یا کنترل مستقیم هستند، به راحتی بر حسب تجربه های بدست آمده، قابل ایجاد، اصلاح و یا حذف خواهند بود.

ج - فهم و درک: قوانین مورد استفاده در سیستم های خبره خیلی نزدیک به زبان مکالمه بوده و لذا درک آنها آسان است. همچنین قوانینی که در کنترل سیستم وجود دارند، قابل پیاده شدن به وسیله این سیستم ها خواهند بود.

د - یک شکل بودن آنها: با توجه به ساختار سیستم های خبره، روشن است که این سیستم ها از شکلی خاص برخوردار بوده و با تغییر قوانین ورودی آن، می توان در موارد مختلفی از آنها استفاده نمود.

ه - سرعت: سیستم های خبره در مقایسه با اپراتورها و مخصوصاً در موارد اضطراری، از سرعت بیشتری برخوردار هستند.

بنابراین سیستم های خبره امکان تحقق روشهای تجربی در کامپیوترها را بوجود می آورند و غیر از کنترل سیستم، در حالت عادی هم می توانند در مسائل تصمیم گیری، با در نظر گرفتن محدودیتهای اقتصادی، ایفاء نقش نمایند.

از طرف دیگر هرچه پیچیدگی سیستم ها افزایش یابد توانایی اپراتورها برای تطبیق و رفع نیازهای آنها کمتر می شود، در حالی که سیستم خبره بهتر و راحت تر می تواند وظیفه مربوطه را انجام دهد.

با جمع بندی مطالب فوق می توان گفت که یکی از روشهای مدرن در کنترل سیستم های توزیع، استفاده از سیستم های خبره می باشد که سرعت، کیفیت، صرفه جویی اقتصادی و مسائل گوناگون دیگری را در این امر افزایش خواهد داد.

۷ - نتیجه گیری

در این گزارش نحوه عملکرد سیستم های توزیع در دو حالت روش پخش بار بهینه و کنترل سیستم توزیع بیان گشت. از توضیحات مذکور چنین بر می آید که کنترل سیستم توزیع از لحاظ مسائل فنی و اقتصادی بسیار مناسبتر از روش پخش بار بهینه است. همچنین مقایسه این دو روش بر روی شبکه کینگ سون هم نشان داد که روش کنترل سیستم توزیع بر روش پخش بار بهینه ارجحیت بسیار دارد. در خاتمه استفاده از سیستم های خبره به عنوان يك تکنیک مناسب در بهره برداری بهینه از سیستم های توزیع به همراه مزایای آن بیان گردید.

گروه بین‌المللی ره‌شهر تا کنون ۱۵ نشریه با عناوین زیر منتشر کرده است:

- ۱- کاربرد جدید شیشه در نمای ساختمان (تابستان ۱۳۷۱)
- ۲- پارکینگ مراکز تجاری (پائیز ۱۳۷۱)
- ۳- محافظت در مقابل زلزله (زمستان ۱۳۷۱)
- ۴- جمع آوری و دفع زباله و مسائل ناشی از آن (زمستان ۱۳۷۱)
- ۵- طرح اسکان و سریع (زمستان ۱۳۷۱)
- ۶- مجموعه مقالات راجع به ژئوسنتز (بهار ۱۳۷۲)
- ۷- مهار آب با آب (بهار ۱۳۷۲)
- ۸- تحول سبز در معماری (بهار ۱۳۷۲)
- ۹- روندیابی و مدیریت سیلاب (بهار ۱۳۷۲)
- ۱۰- مطالعات اقتصادی جهت احداث مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۹)
- ۱۱- نگاهی کوتاه بر طراحی فضای سبز - "تجربیات کشورهای مختلف" (تابستان ۱۳۷۲)
- ۱۲- بازیافت آب در صنایع شن و ماسه‌شوئی (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۳- بناهای چوبی (کنده‌ای) در ایران و تجربیات کشورهای دیگر (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۴- نکاتی در مورد طراحی ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته پیش‌تنیده در مناطق زلزله‌خیز (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۵- اتوماسیون و بهینه‌سازی در سیستم‌های توزیع الکتریکی (زمستان ۱۳۷۲)