

هوشمندسازی شبکه های توزیع نیروی برق بر بستر اتوماسیون

علی اکبر خلیفه^۱ محمد سلیمانی ساردو^۲، دانیال نژادملایی^۳ و ستاره خالقی^۴

^۱شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان Ali.Akbar.KHalifeh@gmail.com

^۲شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان mss_sardoo@yahoo.com

^۳شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان Denial.d.n@ieee.org

^۴شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان setareh.khaleghi@yahoo.com

چکیده - کنترل و نظارت بر شبکه های توزیع انرژی الکتریکی از جمله الزامات بهره برداری بهینه از این شبکه ها به شمار می رود. در این مقاله ضمن معرفی شبکه های هوشمند و بررسی مفاهیم پایه ای اتوماسیون شبکه های توزیع، انتظاراتی که از شبکه هوشمند جهت افزایش کیفیت و کمیت در اتوماسیون توزیع مد نظر می باشد بررسی گردیده تا چشم اندازی از آنچه که در این مقاله آن را اتوماسیون هوشمند می نامیم از جنبه های فنی و اقتصادی به تصویر کشیده شود. در این راستا چالش های فنی اجرای اتوماسیون شبکه های توزیع و نقش مؤثر GIS و بستر مخابراتی در این موضوع مورد بررسی قرار گرفته است.

کلید واژه - اتوماسیون ، اتوماسیون هوشمند ، انرژی الکتریکی، شبکه های توزیع ، شبکه های هوشمند ، چالشهای اجرایی .

صورت هوشمندانه میزان تولید و مصرف را همگن و پیشبینی بار صورت می گیرد.

۱- مقدمه

در این مقاله قصد داریم با بررسی کلیات سیستم های توزیع هوشمند و اهداف و کاربرد های آن، چالش های فنی اجرای اتوماسیون شبکه های توزیع را بررسی و ارتباط تاثیر و قابلیت های شبکه هوشمند در رسیدن به اجرای هوشمندانه اتوماسیون توزیع را تحلیل نماییم.

۲- معرفی شبکه هوشمند

شبکه هوشمند یک فرصت بی نظیر را به صنعت برق برای ورود به سطح جدیدی از قابلیت اطمینان ، دسترسی و بازدهی می دهد که به سلامت محیط و اقتصاد ما کمک خواهد کرد . در دوره گذار به این شبکه هوشمند جدید ، اجرای تست ها ، توسعه تکنولوژی ، آموزش مشتریان ، رشد و توسعه استاندارد ها و قوانین و به اشتراک گذاشتن اطلاعات میان پروژه های مختلف

امروزه با ظهور تکنولوژی های جدید مخابراتی، الکترونیک و میکروپروسسور ها دسترسی به سیستم های کنترلی هوشمند امکان پذیر می باشد. نحوه کنترل دقیق و همه جانبه شبکه توزیع با افزودن تجهیزات اتوماسیون به این شبکه در سه سطح، پست، فیدر و مشترکین صورت می گیرد که در پی این اقدام حجم انبوهی از داده ها جمع آوری شده و پس از پردازش این داده ها سیستم قادر خواهد بود به صورت هوشمندانه عمل کند تا باعث رفع خطای احتمالی انسانی به منظور رضایت مشترکین شود. همچنین تولید کنندگان انرژی الکتریکی، برای مشتریان و مصرف کنندگان اختصاصی خود در هر زمان میزان مصرف را می داند زیرا تکنولوژی شبکه هوشمند به تولید کنندگان کمک می کند تا واکنش متقابلی با نیاز مصرف کنندگان بوجود آورند و به

شبکه هوشمند از میلیون ها قطعه کنترلی، کامپیوترها، خطوط نیرو و تجهیزات و تکنولوژی های جدید تشکیل خواهد شد. و مطمئناً نصب، تست و راه اندازی این تجهیزات زمان خواهد برد ولی آنچه که روشن است تغییراتی را به زندگی ما خواهد داد همان گونه که دنیای اینترنت، زندگی، کار، بازی و آموزش ما را تغییر داد.

۳- اهداف

اهداف اساسی در کنترل و اتوماسیون شبکه های توزیع عبارتند از:

پیک سایبی

که نتیجه اصلی بکارگیری شبکه هوشمند به همراه تکنولوژی های پیشرفته در پست های توزیع و منازل مشترکین است.

کاهش مصرف سوخت های فسیلی

که در نتیجه کاهش پیک و تلفات انرژی به همراه کاهش افت خطوط توزیع بدست می آید.

کاهش در تعداد مشترکین که خاموشی دارند

این امر نتیجه مهم توانایی پیش بینی کردن و یا به صورت بالقوه جلوگیری کردن از قطع برق و پاسخ موثر در صورت قطع برق جهت رفع عیب است.

کاهش سرمایه گذاری مورد نیاز برای پروژه های توزیع و

انتقال

به جهت بهبود بالانس بار و کاهش در بار پیک بدلیل مدیریت پیشرفته دیماندر

کاهش زمان خاموشی مشترکین

جلوگیری از قطع برق مشترکین، فاکتور اصلی رضایت مندی مشترکین است. شبکه توزیع هوشمند به سرعت وسایلی را که احتمالاً موجب خطا در شبکه توزیع می شوند را شناسایی و از مدار خارج می کند و همچنین جریان نشتی را به سرعت مشخص می کند و مکانهایی که نیاز به حضور نیرو جهت اصلاح شبکه را دارند به سرعت اعلام می کند. استفاده از نرم افزارهای

حیاتی است تا مطمئن شویم مزایایی که برای این شبکه هوشمند در نظر گرفته ایم به واقعیت می پیوندند.

امروزه یک قطعی جریان برق مثلاً یک خاموشی می تواند دمیونوار، مجموعه ای از خرابی ها را در پی داشته باشد. مثلاً سیستم بانکی، ارتباطات، حمل و نقل و سیستم های امنیتی را به چالش بکشد. یک شبکه هوشمند تر قابلیت انعطاف را به سیستم برق ما داده و آن را برای مواجهه بهتر در شرایط اضطراری نظیر طوفان های شدید، زلزله ها و ... آماده می سازد. به دلیل ویژگی فعل و انفعالی دو طرفه، شبکه هوشمند، وصل مجدد جریان را وقتی که تجهیزات خراب شده اند و یا توقفی پیش آمده به صورت خودکار ممکن می سازد. این مسأله توقف ها و اثرات ناشی از آن را به حد اقل می رساند.

وقتی که قطع برق اتفاق می افتد، تکنولوژی های شبکه هوشمند این قطعی ها را شناسایی و مجزا می کنند، پیش از آنکه خاموشی در مقیاس بزرگ رخ دهد. تکنولوژی های جدید همچنین اطمینان می دهند که سیستم بازیابی برق جریان برق رسانی را به سرعت و به صورت استراتژیک از طریق مسیر یابی اضطراری به طور مثال ابتدا به سیستم های اضطراری ادامه می دهند. به علاوه، می تواند به شکل بهتری از ژنراتور های برق خانگی موقعی که برق سراسری در دسترس نیست بهره برد. با ترکیب این منابع توزیع شده تولید برق، شبکه هوشمند می تواند مراکز درمانی، مراکز پلیس، چراغ های راهنمایی، سیستم تلفن را در شرایط اضطراری فعال نگه دارد.

شبکه هوشمند، تنها مختص واحد های تولید برق و تکنولوژی آن ها نیست. بلکه اطلاعات و ابزاری را در اختیار شما می گذارد تا انتخاب هایی را در مورد نحوه مصرف خود داشته باشید. همان طور که شما فعالیت های بانکی خود را از منزل انجام می دهید، تصور کنید که بتوانید به طریقی ساده تر برق خود را مدیریت کنید. یک شبکه هوشمند سطح بی نظیری از مشارکت مصرف کننده را ممکن می سازد.

برای مثال دیگر نیازی نخواهد بود که منتظر قبض برق خود بمانید؛ با یک شبکه هوشمند تر شما خواهید توانست نظارتی روشن و بهنگام بر مصرف خود داشته باشید. که این به شما اجازه میدهد به عنوان مثال در ساعاتی که برق پرمصرف تر و گران تر است مصرف خود را پایین بیاورید.

را از طریق دور زدن نقطه مشکل ساز (مانور کردن شبکه) در شبکه نگه داشت زیرا درصد خرابی در فیدهای توزیع بسیار بالا است و این اقدام که از طریق اتوماسیون صورت میگیرد باعث پایین آمدن در صد انرژی توزیع نشده و کاهش خاموشی می گردد. [5] بعنوان مثال در پی یک قطعی و خطا، اتوریکلوزر معمولی می تواند چندین بار قطع وصل شود تا ببیند آیا می تواند از طریق خود ترمیمی منجر به وصل برق گردد یا خیر، اما این روش وقت گیر است و باعث بوجود آمدن تنش و فشار جدی به تجهیزات و ترانسفورماتور و خطوط در اثر عبور جریان سریع می شود حال آنکه یک شبکه هوشمند به راحتی و به سرعت میتواند تشخیص دهد که خطا لحظه ایی بوده یا پایدار لذا نیاز نیست سیکل قطع و وصل دوباره بستن اتوریکلوزر تکرار گردد که منجر به آزاد سازی وقت و دقت عمل بیشتر می شود. از دیگر مزایا می توان به کنترل ولتاژ و جریان در حد مجاز اشاره کرد که نیاز به بحث کلی در این زمینه است.

اتوماسیون توزیع در سطح پست های توزیع

در این حالت با اعمال اتوماسیون در پستهای توزیع که شامل پستهای زمینی و هوایی هستند میتوان کیفیت برق را از نظر سطح ولتاژ کنترل نمود همچنین میتوان با کنترل اتوماتیک تپ ، ترانسفورماتورها کنترلی بر توان راکتیو به صورت اتوماتیک داشته باشیم که به اینصورت میتوان به کیفیت انرژی کمک نمود. همچنین در صورتی که اضافه بار در پست داشته باشیم یا عبارتی پست تغذیه کننده به مرز فولباری برسد شبکه هوشمندانه می تواند عملیاتی را به صورت اتوماتیک برای آرایش مجدد شبکه جهت حذف شرایط اضافه بار شبکه انجام دهد. همچنین می تواند بصورت هوشمندانه در زمان قطع برق با سوئیچینگهای مناسب شبکه را از طریق نقاط مانور از پیش تعیین شده و برنامه ریزی شده برقرار نماید. لازم به ذکر است تجهیزات حفاظتی و ... را نیز می توان از راه دور و به صورت هوشمند کنترل نمود [6].

اتوماسیون توزیع در سطح مشترکین

در این سطح میتوان کنترل بار از راه دور برای کنترل توان مصرفی (توان اکتیو و راکتیو) جهت اصلاح پروفیل ولتاژ داشته باشیم و همچنین قرائت مصرف مشترکین از راه دور و کنترل عدم استفاده از برقهایی غیر مجاز در شبکه و ... داشته باشیم.

پیشرفته اندازه گیری سریعاً مشترکین را که خارج از سرویس هستند را مشخص می کند. فراهم نمودن چنین اطلاعاتی برای پرسنل اتفاقات که در محل خاموشی هستند، بسیار ذی قیمت بوده و بازده عملکرد را بسیار بالا می برد. شبکه های توزیع هوشمند با استفاده از راه حل های ذیل با استفاده از ابزارهای اتوماسیون، زمان خاموشی مشترکین را کاهش می دهند.

- تنظیم مجدد سیستم با کمک گرفتن از سوئیچ های اتوماتیک هوشمند که هماهنگ با پست های هوشمند هستند.
- تشخیص از راه دور خطای اتفاق افتاده
- تعیین اندازه و محل بار خارج شده از مدار از راه دور و بصورت Real Time
- کنترل از راه دور تولیدات پراکنده انرژی و جمعیت آنها جهت استفاده
- تشخیص از راه دور قطع و وصل شبکه

کاهش تلفات

تلفات خطوط انتقال و توزیع که حاصل از امپدانس هادی ها و عملکرد شبکه کم بازده است که در حال حاضر بین ۸ تا ۱۴ درصد است، با کاهش این تلفات، نیروگاهها می توانند در سطح تولید پایین تر قرار گیرد و در نتیجه آلودگی کمتری شود. شبکه توزیع هوشمند، ما را قادر به محاسبه و حداقل سازی تلفات خطوط با بوجود آوردن بالانس بهینه بین ولتاژ و فرکانس و توان راکتیو می سازد.

شبکه توزیع هوشمند از روشهای زیر برای کاهش تلفات سیستم استفاده می کند:

- در مدار قرار دادن بانک های خازنی از راه دور برای کاهش جریان مورد نیاز برای توان راکتیو
- اندازه گیری ضریب توان مشترکین در ترانس های توزیع
- بالانس بار با استفاده از اتوماسیون توزیع

اتوماسیون توزیع در سطح فیدرها

با اعمال اتوماسیون و هوشمند شدن شبکه های توزیع میتوان با سرعت عمل بالا محل خطای بوجود آمده در فیدر را شناسایی و در زمان کوتاه نسبت به رفع خطا اقدام نمود یعنی با سوئیچینگ خودکار نقطه خطا را ایزوله کرده و تا حد امکان مصرف مشترکین

- جلوگیری از سرقت برق
- کاهش تلفات و بهبود ضریب قدرت
- بهره برداری صحیح و قانونمند از شبکه توزیع و مصرف کنندگان
- تسهیل تغییرات پیکربندی و توسعه شبکه
- ارتباط با مرکز فوق بالادست جهت اخذ اطلاعات به هنگام
- فراهم کردن سهولت برای تصمیم گیری و برنامه ریزی مهندسی که منتج از قطع و وصل از راه دور مشترکین می باشد.

۴-۱- مزایای اقتصادی و کاهش هزینه های حاصل از انجام اتوماسیون شبکه:

بطور کلی دو نوع سود اقتصادی از اجرای اتوماسیون شبکه توزیع حاصل می شود که عبارتند از:

۴-۱-۱- سودهای کمی یا ملموس (Tangible Quantifiable)

سودهای کمی: سودهایی هستند که به وسیله عدد و رقم قابل بیان هستند. برخی از این سودها عبارتند از:

- به تعویق انداختن سرمایه گذاری ناشی از استفاده بهینه از تجهیزات و کاهش تلفات:

این سود به دلیل استفاده موثر از تجهیزات شبکه حاصل می شود. بعنوان نمونه در پستهای توزیع با کنترل جریانهای چرخشی بین ترانسفورماتورهای موازی، کاهش تلفات از طریق بهبود پروفیل ولتاژ و کنترل توان راکتیو، کاهش اضافه بار ترانسفورماتورها به دلیل موجود بودن اطلاعات زمان حقیقی از آنها، همچنین در فیدرها با ایجاد تعادل بار و کاهش تلفات امکان استفاده از ظرفیتهای اضافی ایجاد شده برای مشترکین جدید مهیا می شود و نیاز به سرمایه جدید برای خرید تجهیزات کاهش یافته یا به تعویق می افتد.

- کاهش هزینه های ناشی از قطع برق:

این سود به دلیل کاهش زمان قطع برق در شبکه توزیع حاصل می شود و از دو جزء تشکیل شده است یک جزء آن مربوط به فروش انرژی توزیع نشده است و جزء مهمتر آن مربوط به

بهینه سازی سرمایه

شبکه توزیع هوشمند ما را قادر به آگاهی از سلامت و اطمینان شبکه می نماید. جمع آوری و انتقال داده های سیستمی را بوجود می آورد که قادر است تصمیم گیری اتوماتیک انجام دهد. نتیجه این عمل، قابلیت بهره برداری بهینه از سرمایه است که دلایل آن عبارتند از:

- اجتناب از خرابی ها با تعویض به موقع کابل ها، تجهیزات، پست ها و ترانس های توزیع
- تنظیم دینامیکی ترانس ها برای کمک به تعویق سرمایه گذاری در این زمینه
- افزایش عمر تجهیزات تولید که از سرمایه گذاری مجدد جهت تولید انرژی مورد نیاز جلوگیری می کند.

۴-۲- جنبه های اقتصادی اتوماسیون شبکه توزیع:

در این بخش ابتدا به بررسی اهداف کلی اتوماسیون شبکه توزیع پرداخته، سپس ویژگیهای شرکت های توزیع که امکان کسب بیشترین سود از اتوماسیون شبکه توزیع را دارند بررسی خواهیم کرد.

اهداف کلی اتوماسیون توزیع اهداف پیاده سازی سیستم اتوماسیون توزیع به شرح زیر است:

- کاهش هزینه های بهره برداری، تعمیرات و نگهداری (Operation & maintenance)
- به تعویق انداختن سرمایه گذاری جهت ساخت تاسیسات جدید
- بهبود راندمان سیستم توزیع و بهبود زمان بازیابی
- افزایش قابلیت اطمینان سیستم
- ارائه خدمات بهتر و سریعتر به مصرف کنندگان و افزایش رضایت آنها
- کسب اطلاعات و آمار بهتر و دقیقتر از شبکه توزیع و مصرف کنندگان
- کاهش خاموشی ها و مدت میانگین قطع برق
- کاهش انرژی توزیع نشده
- افزایش عمر مفید تجهیزات در نتیجه جلوگیری از اضافه بار آنها
- استفاده از اطلاعات در بازار برق

• **ایجاد فضای رقابتی بین شرکتهای توزیع نیروی برق جهت ارائه خدمات بهتر:**

با توجه به تشکیل بازار برق در وزارت نیرو، اتوماسیون و اطلاعات حاصله از آن می تواند نقش بسیار موثری در توسعه بازار برق و رسیدن به اهداف مورد نظر ایفا کند.

• **اطلاعات بهتر و دقیقتر برای برنامه ریزی مهندسی:**

با دسترسی به اطلاعات زمان حقیقی و آماری از وضعیت شبکه، امکان برنامه ریزی برای توسعه سیستم و همچنین تعمیرات آن بسیار آسانتر و کم هزینه تر می شود. تصمیم گیری صحیح و به موقع بر مبنای اطلاعات صحیح میسر خواهد بود و به این ترتیب از خسارتهای ناشی از تصمیم گیریهای غیر صحیح و خطای نیروی انسانی به طور قابل ملاحظه ای کاسته خواهد شد.

۵- **ارزیابی چالش های فنی برای دستیابی به شبکه ی هوشمند**

۱.۱.۵-۱ - **تجهیزات هوشمند**

در شبکه های هوشمند باید از اجزاء اندازه گیری دقیق و لتاژ، جریان و توان چه بصورت لحظه ایی و مؤثر و انواع سنسورهای دقیق و واحدهای ترمینال راه دور (RTU) استفاده نمود و با نصب دقیق این اجزاء میتوان لینکی میان رفتار مصرف کننده و شبکه بوجود آورد یعنی اینکه این ابزار را بایستی در محل کار یا خانه مشتری (محل مصرف کننده) همانند ارتباط بین سنسور هوشمند و تجهیز مورد اندازه گیری، وصل نمود. این سنسورها توانایی کنترل از راه دور را دارند، زمانی که خطایی رخ می دهد. سنسور مذکور برق ابزار مورد اندازه گیری را قطع نموده و زمانی که شرایط اضطراری پیک بار بوجود می آید شبکه هوشمند با کمک گرفتن از ادوات و سنسورهای هوشمند و سیستم برنامه ریزی شده مطابق اولویت برنامه ایی که از قبل برای آن تعریف شده است فرمان قطع برق را صادر می نماید. این اجزا قابلیت ذخیره سازی و پردازش اطلاعات و انتقال داده را به مرکز کنترل بایستی داشته باشند. این ادوات، ریز پردازنده های الکترونیکی با کارایی و ویژگی های بالایی هستند که معولا از کنترل کننده های قابل برنامه ریزی PLC استفاده می شود. [7]

مصرف کنندگان است. در واقع ارزش برق برای مصرف کنندگان به مراتب بیشتر از قیمتی است که بابت مصرف آن می پردازند. این مساله بخصوص برای مصرف کنندگان تجاری و صنعتی قابل توجه است در واقع شرکتهای صنعتی و تجاری بوسیله برق کالا یا خدماتی تولید می کنند که تاثیر بسزایی در تولید ناخالص ملی دارد.

• **افزایش درآمد به دلیل کشف دستکاری کنتورها و انشعابات غیر مجاز:**

با اجرای اتوماسیون توزیع امکان نظارت بر میزان انرژی مصرفی مشترکین و جلوگیری از سوء استفاده های احتمالی ممکن شده و این مساله باعث افزایش درآمدهای شرکتهای توزیع می شود.

• **کاهش هزینه های ناشی از صرفه جویی مصرف کننده ها:**

این مورد ناشی از بهبود زمانی بازیابی سیستم و جلوگیری از هزینه های ناشی از قطع برق برای مصرف کننده ها می شود. مفهوم ارزش (Value of service) - (VoS) استفاده از برق دارد.

۴-۱-۲ - **سودهای کیفی یا غیر ملموس (Intangible Benefits)**

منظور از سودهای کیفی (غیر ملموس) سودهایی است که امکان برآورد و بیان آنها با عدد مقدور نیست. اهم این سودها شامل موارد زیر است:

• **کنترل و مدیریت موثرتر شبکه توزیع توسط مدیران ذیربط**

• **روابط بهتر مصرف کننده ها با شرکتهای توزیع:**

طبیعی است که ارائه سرویس بهتر منجر به رضایت مصرف کنندگان و در نهایت ذهنیت بهتر آنها از شرکت توزیع می شود. در مواردی که مصرف کننده ها، نهادها و سازمانهای مهم داخلی یا خارجی مانند سفارتخانه ها، شعبه های شرکتهای تجاری و صنعتی کشورهای خارجی، مراکز دولتی و حکومتی باشند، ارائه سرویس مطمئن دارای اهمیت و ضرورت بالایی است.

...می باشد. روشهای مدیریت داده ها که برای مقادیر کم داده خوب کار می کنند، برای مقادیر بزرگ داده ها غالباً ناکارآمدند و برای اطلاعات اتوماسیون گسترده و مشتریان که داده های زیادی ایجاد می کنند، مناسب نمی باشد. مدیریت داده ها در خیلی از فرآیندها احتیاج به صرف وقت و کار فراوان دارد. همچنین حفظ و نظارت حریم خصوصی یک نگرانی قابل توجه در شبکه هوشمند است. [7]

۱.۳-۵-۴- امنیت سایبر

امنیت سایبر منجر به پیشگیری از، استفاده ی غیر مجاز و سوء استفاده از داده ها، اطلاعات الکترونیکی، بازیابی اطلاعات الکتریکی و سرویس های خدمات ارتباطی و اطلاعاتی که در آنجا وجود دارد می باشد، لذا باعث تضمین قابلیت اطمینان و یکپارچگی می شود.

۵-۵- نرم افزارهای کاربردی

نرم افزارهای کاربردی به برنامه ها، الگوریتم ها، محاسبات و آنالیز داده ها گفته می شود. برنامه های کاربردی طیفی از الگوریتم های کنترلی سطح پایین تا پردازش معاملات وسیع را در بر می گیرد. نیازهای کاربردی برای حل مسائل پیچیده به صورت افزایشی خیلی پیچیده می شود، داده های به موقع و دقیقتر تقاضا می شود و نتایج را باید سریعتر و دقیقتر تحویل دهند. مهندسی نرم افزار در این مقیاس و دقت هنوز به عنوان یک نظم دهنده شناخته می شود. وظیفه ی برنامه های کاربردی در هسته ی هر شبکه ی هوشمند قرار دارند. [7]

۶- نقش حائز اهمیت GIS در شبکه های توزیع هوشمند

در شبکه های توزیع هوشمند استفاده از GIS به منظور بروز رسانی نقشه شبکه های توزیع اجباریست. برای اینکه یک شبکه هوشمند بتواند بصورت موثر و مطمئن کار کند بایستی کلیه اطلاعات موجود در شبکه به کمک GIS بروز رسانی شود و در مورد آن سیستم هوشمند تعبیه گردد تا در هنگام هر گونه مانور در پی ارسال اطلاعات از طریق سنسورها فرآیند کنترل به نحو صحیح صورت گیرد که در غیراین صورت خطاها میتوانند به حوادث بسیار ناگوار منجر شوند لذا بایستی زمان بروز رسانی

۱.۲-۵- سیستمهای ارتباطی

سیستمهای ارتباطی به رسانه ها و پروتکلهای مخابراتی رایج گفته میشود. این تکنولوژیها در سطوح متفاوت تکاملی شبکه ی هوشمند باید آنقدر قوی باشد که با رسانه های جدید که از صنایع مخابراتی بیرون می آید، تطبیق یابد، در حالی که سیستمهایی امن و کارآمد را مهیا می سازند. وجود کانال مخابراتی برای مخابره نمودن اطلاعات و داده های برداشته و پردازش شده توسط سنسورها و سایر وسائل مورد استفاده به اطلاق کنترل توزیع یا مغز متفکر پردازشگر جهت برآورده نمودن اقدامات لازم و ضروری است. در این حالت بایستی ارتباطات یک طرفه و دوطرفه ایی بین این سه سطح ذکر شده داشته باشیم مانند ارتباط داده ایی دوطرفه بین اتاق کنترل توزیع و پستها، ترانسفورماتورها، شبکه های توزیع، مشترکین با قدرت قرار دادی بالا و ارتباط داده ایی یک طرفه بین اتاق کنترل توزیع و مشترکین معمولی، ارتباط صوتی بین اتاق کنترل و پستها و نقاط از پیش تعیین شده شبکه و سیار رفع خرابی.

• انواع کانال مخابراتی:

- ارتباط از طریق تلفن عمومی مانند مراکز سانترال کوچک.
- PLC یا خطوط انتقال قدرت که مالک اصلی آن خود وزارت نیرو می باشد و دارای مزایای زیادی در خصوص انتقال مقوله ها و پارامترهای الکتریکی از طریق خطوط انتقال است. [8]
- مخابرات رادیویی که با اخذ مجوز اختصاص پهنای باند رادیویی صورت می گیرد و شامل تکنیکهای VHF، UHF و ... می باشد.
- فیبر نوری که با توجه به مزایا و سرعت انتقال این کانال ارتباطی مطمئن ترین و بهترین روش برای انتقال اطلاعات محسوب می شود.

۵-۳- مدیریت داده ها

مدیریت داده ها به تمام جنبه های جمع آوری، آنالیز، ذخیره و آماده کردن اطلاعات برای کاربران برنامه های کاربردی گفته و شامل، شناسایی، دقت و بروز رسانی، سازگاری با پایگاه داده و

بر این اساس تعریف اتوماسیون هوشمند عبارتست از به کار گیری و بهره برداری حداکثری از تجهیزات و امکانات در نظر گرفته شده در شبکه های هوشمند، برای افزایش قابلیت و انعطاف و قدرت مانور فعالیت های اتوماسیونی شبکه توزیع که برآورده کننده نیاز های اصلی متولیان و کاربران شبکه برق کشور می باشند.

به عبارتی اتوماسیون شبکه های توزیع برق می تواند و باید به سمت هوشمندی در حفاظت، کنترل، بازآرایی و بازیابی هوشمندانه شبکه برق حرکت نماید. این هدف نه تنها دست یافتنی و عملی می باشد، بلکه لازم است به عنوان چشم انداز توسعه زیر ساختها و ویژگی های روبه رشد شبکه های هوشمند، در تهیه نقشه راه شبکه های هوشمند و طرح های جامع اتوماسیون و شبکه هوشمند مد نظر قرار گیرد تا پرداختن به شبکه هوشمند که این روزها به عنوان یکی از ایده ال های فنی و تخصصی مورد نظر متخصصین صنعت و دانشگاه قرار گرفته است، از حالت تئوری و ایده آل گرایانه به سمت فنی و عملی تر شدن و خصوصا پاسخ گو بودن به نیاز های آتی شبکه برق ریش رفته و بتواند در آینده نقش واقعی و موثر خود را در افزایش کیفیت اتوماسیون در شبکه های توزیع ایفا نماید.

۸- نتیجه گیری

شبکه های توزیع انرژی الکتریکی بخش مهمی از سیستم قدرت را تشکیل می دهند و هوشمند سازی این سیستم ها نقش مهمی در جهت بهره برداری بهینه همراه با قابلیت اطمینان بالا ایفا می کند. نگرش منطقی در تعریف و طراحی شبکه های هوشمند با هدف افزایش کیفیت و قابلیت های سیستم های اتوماسیون توزیع می تواند راهی کم هزینه و سودمند در جهت توسعه فنی و عملی این شبکه ها و اجرای اتوماسیون در بدنه شبکه هوشمند بوده و مجموعه تجهیزات اتوماسیون و سیستم های کنترل از جمله SCADA را در قالب یک مجموعه یکپارچه و هدفمند در کنار یکدیگر قرار دهد. از طرف دیگر بدون در نظر گرفتن اجزا و مدل شبکه در GIS نمی توان تصویر کاملی از شبکه های هوشمند را ایجاد نمود. لذا توسعه و تکمیل داده های GIS یکی از قدمهای اولیه ای است که باید در رسیدن به این مقصد مد نظر قرار گیرد تا با داشتن اطلاعات کافی از شبکه و

اطلاعات کاملا مشخص شده و کیفیت بروز رسانی تایید شده باشد. [9]

در حالیکه سیستم GIS بیش از 20 سال است که توسط کاربران در سطح جهان استفاده می شود و از GPS برای برداشت اطلاعات کمک گرفته می شود ولی لازم به ذکر است که تا زمانی که اطلاعات آنها به صورت مکان مرجع یا ژئورفرنس نگردد نمی توان روش دقیقی برای انجام محاسبات پیشرفته ارائه نمود. [10] برداشت اطلاعات مرحله بسیار پر زحمت و وقتگیر می باشد که بایستی با توجه به نیاز شرکتها و مدت های ارائه شده برداشت گردد. فقدان یک برداشت الکتریکی GIS پایه از سیستم های الکتریکی داخل شهر یا بیرون آن، در زیر زمین یا شبکه های هوایی شعاعی و ترکیبی آن ها، عملکرد شبکه های هوشمند را محدود می کند. با توجه به اینکه اطلاعات بعضی از شرکت های توزیع بر اساس سیستم GIS گرد آوری و بصورت تکه تکه در آن آورده شده است ولی هنوز در برخی از شرکت ها، نقشه ها بصورت CAD وجود دارند و یا حتی فقط بر روی کاغذ طراحی کشیده شده است و این در حالیست که استفاده بهینه از انرژی در شبکه های توزیع کشورهای توسعه یافته به سمت هوشمند شدن در حال حرکت است. لذا استقرار سیستم GIS از واجبات و ابزار مهم جهت حرکت به سوی مدیریت شبکه توزیع می باشد.

۷- اتوماسیون هوشمند یک تعریف هوشمندانه

در بخش های قبل، اجزا، نیازمندیها و برخی خصوصیات شبکه های هوشمند و اتوماسیون شبکه مورد بررسی قرار گرفت. آنچه که در این بخش بر آن تاکید می گردد، توجه بر این نکته است که مبحث شبکه های هوشمند از دیدگاه یک متخصص شبکه های توزیع، در درجه اول باید ضامن توسعه و افزایش کیفیت خدمات فنی و عملی در جهت تامین برق مطمئن و پایدار برای مشترکین شبکه های توزیع نیروی برق باشد. لذا سایر عملکردها و قابلیت های شبکه هوشمند در مرحله دوم قرار گرفته و در صورتی مفید و قابل قبول می باشد که نیاز و دغدغه اصلی در این زمینه پاسخ داده شود.

[4] Roytelman, I. & Shahid pour S.M., 1993, Practical aspects of distribution automation in normal and emergency conditions, IEEE, Transaction on power delivery, vol 1, No 4.

[5] Dash, P.K. et al., 1990, Distribution automation using artificial nets, power conf, india.

[6] Krishna, M.V, et al., 1994, Development and evaluation of a distribution automation system for an india utility, proceeding of IEEE Transaction on power delivery, pp. 87-92.

[7] ISO new England, 2009, Overview of the smart grid: policies, initiatives and needs, February 17.

[8] Hemminger, R.C, and Gale, L.J., 1987, The effect of distribution transformers on distribution line carrier signals, IEEE Transaction on power delivery, vol1, No1, pp.36-40

[9] Asmuth, P., Verstege, J.F., 2005, optimal network structure for distribution system with micro grids, future power systems

[10] نبوی، ا. سپهری، ف. طهماسبی، ی. 1388. کاربرد سیستم های GIS بمنظور راه اندازی شبکه های هوشمند در شرکتهای توزیع، اولین همایش ملی کاربرد سامانه اطلاعات مکانی در برنامه ریزی، طراحی و نظارت مدیریت بهینه و بهره برداری شبکه های برق کشور، مازندران

[11] محمدی، ش. صادقی، ح. حقانی، م. اولین همایش اقتصادسنجی. ۱۳۹۱ " بررسی اثرات خاموشی برق بر اقتصاد ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه CGE ".

[12] خیابانی، ناصر ۱۳۸۷. " یک تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش تمامی حامل های انرژی در اقتصاد ایران ". فصلنامه اقتصاد انرژی، سال پنجم شماره ۱۶: ۱-۱۶

[13] بیلینگتون، روی، 1996، بررسی قابلیت اطمینان در شبکه های الکتریکی، حقی فام، امیر کبیر

[14] ماهنامه صنعت برق، ۱۳۸۷ شماره ۱۴۳ صفحات ۵ تا ۱۵

[15] Katz, J.S., 2008, Educating the smart grid, IEEE transaction on energy 2030, Atlanta, GA USA, 17-18 November

[16] Dash, P.K. et al., 1990, Distribution automation using artificial nets, power conf, india.

[17] Hemminger, R.C, and Gale, L.J., 1987, The effect of distribution transformers on distribution line carrier signals, IEEE Transaction on power delivery, vol1, No1, pp.36-40

[18]. Amin Moradkhani , Mahmoud R . Haghifam , Mohsen Mohammadzadeh , " Bayesian estimation of overhead lines failure rate in electrical distribution systems", Electrical Power and Energy system 56 (2014) 220-227.

[19]. M. Abdelfatah , M. EL-Shimy , H.M.Ismail , " Outage data analysis of utility power transformers based on outage reports during 2002-2009 " , Electrical Power and Energy system 47 (2013) 41-51.

[20] F. Aminifar, M. Fotuhi-Firuzabad, M. Shahidehpour, and A. Safdarian, "Impact of WAMS Malfunction on Power System Reliability Assessment," IEEE Trans Smart grid, vol. 3, no. 3, Sept. 2012

[21] W. T. Shaw, "Cyber security for SCADA Systems" Auerbach Publications, PennWell Books, 2006.

تجهیزات، بتوان برنامه ریزی منطقی انجام داده و در حقیقت نقشه راهی گویا برای اجرا در دست داشت. و در نهایت وجود یا آماده سازی زیر ساخت ارتباطی مفید، کم هزینه و قابل اعتماد می تواند ابزار آخری باشد که عملیاتی سازی تمامی مراحل قبل را ممکن ساخته و در چنین شرایطی است که می توان اتوماسیون هوشمند را وارد فاز اجرایی نمود.

مشاهده می شود که با اجرای اتوماسیون تمام مراحل مربوط به باز و بسته کردن کلیدها و جداسازی خط به صورت خودکار و بدون دخالت نیروی انسانی می تواند انجام شود. با توجه به این که خطای شبکه معمولاً در شرایط آب و هوایی بد و دور از دسترس اتفاق می افتد در چنین شرایطی عدم وابستگی شبکه به نیروی انسانی، بسیار حائز اهمیت است. همچنین سیستم های اتوماسیون توزیع دارای انواع مختلفی هستند که جهت ارتقاء از یک نوع سیستم اتوماسیون به سیستم دیگر، با انجام تغییرات سخت افزاری و نرم افزاری معمولاً امکان افزودن ویژگیهای جدید به سیستم ممکن است. نکته بسیار مهم در انتخاب و ارزیابی سیستم های اتوماسیون توزیع، توجه به پارامترهای قابلیت دسترسی، پاسخ زمانی، توسعه پذیری، انعطاف پذیری و قابلیت اطمینان سیستم است. از طرفی پروژه اتوماسیون شبکه توزیع در طول عمر مفید خود سودده خواهد بود و هزینه های سرمایه گذاری و بهره برداری و نگهداری خود را جبران خواهد کرد. زیرا علاوه بر سودهای کمی محاسبه شده، سودهای کمی دیگری نیز که قبلاً توضیح داده شده محاسبه نشده که محاسبه همه آنها مستلزم در اختیار داشتن اطلاعات بسیار دقیق و به هنگام (Online) از شبکه است که البته این اطلاعات با اجرای کامل اتوماسیون قابل دسترس خواهد بود. از نکات مهم قابل ذکر این است که سودهای کیفی فراوانی نیز با انجام اتوماسیون توزیع کسب خواهد شد.

۹- منابع

[1] ESRI white paper, 2009, Enterprise GIS and the smart electric grid, January

[2] Katz, J.S., 2008, Educating the smart grid, IEEE transaction on energy 2030, Atlanta, GA USA, 17-18 November

[3] Taft, J. interview, <http://www.electrnews.ir/interviews/power/29/>



سومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق
۶ و ۷ دی ماه ۱۳۹۳ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

