

**تحقیقات بر روی شبکه هوشمند در چین**

**چکیده**

شبکه هوشمند، در اصل توسعه یافته سیستم کنونی در آینده است. در این مقاله، ابتدا پیش‌زمینه شبکه هوشمند، معنای آن و همچنین ساختار و مفهوم آن ارائه می‏گردد. نمودار نمونه شبکه هوشمند نیز نشان داده شده است. سپس، توسعه‎های انجام یافته در ایالات‌متحده آمریکا و اروپا شرح داده شده است. ایده‎های توسعه و روند آتی این کشورها خلاصه شده و در مقایسه با یکدیگر نمایش داده شده است. علاوه بر این، نیروی محرکه شبکه هوشمند در چین مورد بررسی قرار گرفته است. با مقدمه‏ای مفصل بر پروژه‏های مرتبط با چین، رابطه بین شبکه برق و شبکه هوشمند مورد بحث قرار گرفته است. در نهایت، نقش بالقوه شبکه هوشمند در توسعه آتی شبکه هوشمند چین مشخص شده است.

**کلمات کلیدی:** شبکه هوشمند، شبکه برق UHV، برنامه‏ریزی، مدیریت عملیات.

**1. مقدمه**

با ارتقا نوسازی اقتصاد جهان، قیمت نفت در روندی رو به بالا قرار دارد. همچنین کمبود عرضه انرژی در جهان، قابل توجه است و فشارهای فزاینده‏ای بر منابع و محیط زیست و تلفات قدرت دارد. تمام این موارد به دلیل به بهره‏وری پایین شبکه برق جاری است. با توجه به نیازهای در حال رشد به انرژی و همچنین افزایش نیاز به قابلیت اطمینان و کیفیت نیز احساس می‏شود. در حال حاضر، داشتن اعتماد بالا به منابع انرژی به رویایی با چالش‏های بی‌سابقه و فرصت‏ها تبدیل شده است. بنابراین، یک نوع جدیدی از سیستم قدرت در محیط زیست، اقتصاد و کارایی و سرمایه‏گذاری، ایمنی، قابلیت اطمینان و انعطاف‏پذیری به عنوان هدفی احساس می‏شود.

با این حال، ظهور زیرساخت اندازه‏گیری هوشمند پیشرفته و استفاده گسترده از اینترنت، فرآیند استفاده از انرژی را بهبود و تسریع بخشیده است [1]. از سال 1990، با افزایش استفاده از تولید قدرت پراکنده، تقاضاها و نیازمندی‏های بیشتری برای شبکه برق ارائه شده است [2]، [3]. برای یافتن یک راه‏حل بهینه برای این مسائل، شرکت‎های برق باید به فکر اتخاذ فناوری‎های جدید و استخراج پتانسیل‏های موجود در سیستم قدرت و بهبود کارایی آن باشند. نظرات توافق شده توسط کارشناسان و دانشمندان از کشورهای مختلف نشان دهنده قدرت آینده شبکه هوشمند برای پاسخگویی به نیازهای مختلف تولید انرژی و خواسته‏های افزایشی برای معامله قدرت بین مشتریان و یا تولیدکنندگان است. همه این موارد برای توسعه شبکه هوشمند در آینده ضروری و مهم است.

این مقاله بر روی وضعیت توسعه شبکه هوشمند، آنالیز نیروی محرکه شبکه هوشمند و معرفی پروژه‏های فعلی در چین تمرکز کرده است. همچنین رابطه بین شبکه برق UHV و شبکه هوشمند بررسی شده است. سپس اهمیت و چشم‌انداز شبکه هوشمند در آینده بررسی شده است. یک مسیر جدید برای توسعه شبکه هوشمند در چین ارائه و بررسی شده است.

**2. مفهوم شبکه هوشمند**

شبکه هوشمند یک فرایند توسعه تدریجی با نوآوری تکنولوژیکی و صرفه‌جویی در مدیریت و مصرف انرژی است. مردم باید درک مناسبی از شبکه هوشمند داشته باشند و این درک باید توسط شرکت‏های فناوری، شرکت‏های مشاوره، قدرت عمومی شرکت‏ها و یا شرکت‏های تولید برق ارائه گردد. از اوایل ظهور ابزارهای اندازه‏گیری هوشمند، انتقال و توزیع در شبکه برق هوشمند ارائه شده است [4]. در سال 2006، US IBM، یک روش مبتنی بر "شبکه هوشمند" ارائه کرد. این یک مفهوم نسبتاً کامل برای تولید جریان در شبکه هوشمند است [5].

همان طور که در شکل 1 نشان داده شده است، یک شبکه هوشمند اساساً روی یک شبکه قدرت فیزیکی با یک سیستم اطلاعاتی قرار دارد که تجهیزات متنوع و دارایی‌هایی را با سنسورها لینک می‌کند تا یک پلتفرم خدماتی برای مشتریان تشکیل دهد. این پلتفرم اجازه می‌دهد تا آب و برق مصرف‌کنندگان به طور مداوم نظارت شده و میزان مصرف برق آنان تنظیم گردد. مدیریت بهره‌برداری، هوشمندانه شده و تجزیه و تحلیل دینامیکی سمت کاربر و سمت تقاضا، بهبود می‌یابد. بنابراین بازده سرمایه‏گذاری با توجه به محدودیت‏های طراحی تنگ‏تر شده و استفاده از دارایی‏های شبکه بهبود می‏یابد.

در مقایسه با شبکه‎های سنتی، شبکه هوشمند شامل سیستم ارتباطی یکپارچه، سنجش پیشرفته، ابزار اندازه‏گیری، زیرساخت اندازه‏گیری و پشتیبان با رابط انسانی است.



شکل 1. دیاگرام مفهومی شبکه هوشمند

**.A مقایسه تحقیقات منطقه‎ای شبکه هوشمند بین اروپا و ایالات‌متحده**

در ایالات‌متحده طی سال‎های اخیر، چندین پروژه بزرگ در زمینه شبکه هوشمند ارائه شده است. از آنجا که صنعت برق، توجه زیادی را در طی سال‎های اخیر به خود جلب کرده است. کیفیت توان و قابلیت اطمینان نیز اهمیت فراوانی یافته است تا بتوان برای مشتریان امکان بهره‌برداری از انرژی برق را به صورت بهینه‏تری انجام داد.تقاضاهای روزافزون امنیت ملی و سیاست حفاظت از محیط زیست در ایالات‌متحده آمریکا منجر به این شده است که استاندارهایی برای مدیریت و زیرساخت شبکه برق ساخته شود [6]. در همان زمان، در طی سال‎های اخیر، تحقیقات و فناوری‏های فراوانی برای بهبود قابلیت اطمینان و کارایی شبکه‎ها انجام شده است. هدف از اجرای قابلیت اطمینان، افزایش کارایی و تشویق حضور افراد به استفاده از این انرژی‏های هوشمند می‏باشد. بنابراین ظهور کابل‎های ابررسانا توانست دولت اوباما را مجاب کند تا در زمینه شبکه هوشمند سرمایه‏گذاری بیشتری انجام دهد.

به طور مشابه، کاربران قدرت‎های اروپایی نیز برای افزایش نیاز به الزامات استفاده از برق و قدرت با کیفیت بالا را احساس نمودند [7]. از آنجا که توجه شدید به حفاظت از محیط زیست، در مقایسه با ساخت و ساز کنونی شبکه برق در ایالات‌متحده اروپایی، نگرانی بیشتری را در مورد ساخت انرژی‎های تجدیدپذیر و تأثیر آن بر حیات وحش و همچنین نظارت در زمان واقعی ایجاد کرده است. در مورد به تحقق بخشیدن تمامی موارد مطرح شده برای آینده صنعت برق هوشمند، حصول اطمینان از دسترسی انعطاف‏پذیر و تعامل کاربر با ابزارهای تولیدکننده و توزیع‌کننده انرژی برق به صورت هوشمند لازم و ضروری است. در اروپا و ایالات‌متحده آمریکا، شایع‏ترین مسیر توسعه شبکه، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و تولید انرژی از چنین منابعی است. با این حال، شبکه هوشمند با توجه به وضعیت خاص خود و همچنین نیاز به تناسب ویژگی‎های آن با نیازهای کاربر، به عنوان یکی از مشکلات اصلی تمامی کشورها مطرح شده است.

 **.Bنیروی محرکه شبکه هوشمند در جین**

نیروی محرکه برای ساخت و ساز شبکه هوشمند را می‎توان به بازار، شرایط ایمنی . کیفیت قدرت ربط داد. صنعت برق چینی‎ها نیز با وضعیتی مشابه اروپایی‎ها و ایالات‌متحده مواجه هستند:

در سطح اصلاحات بازار، شبکه‏های ملی و واحد ملی در بازار به طور کامل نقش دارند. در گسترده ملی، مبادلات قدرت بسیار موثر است. در واقع این نوع مبادلات بیشتر در قالب مناقصات آنلاین انجام می‎شوند. روش معامله در بازارهای قدرت در چین، به شدت در حال توسعه است و تقاضاهای بازار و عرضه دارای تعاملات مکرری هستند. به منظور جذب کاربران بیشتر برای پیوستن به رقابت موجود در بازار و بهبود و تقویت تعامل با کاربران به ارائه محصولات بیشتر برای انتخاب کاربران پرداخته است.

در سطح سیاست‎های کلان، صنعت برق نیاز به الزامات اولیه صرفه‏جویی در منابع محیط زیست و ساخت و ساز جامعه، انطباق با تغییرات آب و هوا و توسعه پایدار دارد.

با توجه به شبکه برق چین، هنوز این شبکه برق از نظر هوشمندی دارای ستون فقرات مناسبی نمی‏باشد و به اندازه کافی در برابر شرایط گسل متعدد قوی نیست. بخش ستون فقرات شبکه برق، دارای یک سطح ثبات پایین است و دارای انعطاف پایین‏تری در برابر سایر عملیات سیستم است. در اوایل سال 2008 که منجر به قطع برق در منطقه‏ای بزرگ از چین شد، شبکه برق این کشور با مشکل اساسی روبرو شده و در حال حاضر نیز نیاز به محافظت قوی و پیشرفته دارد. علاوه بر این، عدم توزیع قدرت به صورت هوشمند، منجر به کمبود فصلی برق در برخی از مناطق و یا مازاد آن در برخی مناطق دیگر شده است. در حالت کلی تعامل درستی بین این بخش‏ها برای مصرف برق صورت نمی‏گیرد.

هنوز هم چالش‎هایی برای بهبود اوضاع و بهره‏وری بیشتر از سرمایه‏گذاری و ساخت و ساز انجام شده و چگونگی استفاده امن و قابل اطمینان از عملیات شبکه برق ایجاد شده است. به منظور بهبود نگهداری از سیستم قدرت و ارتقا کیفیت خدمات کاربران، بهبود بخش مدیریتی شبکه برق در چین احساس می‎شود. برای این مسائل، شبکه برق هوشمند یک راه‏حل کاملاً ایده آل است.

 **.Cفعالیت‎های تحقیقاتی کنونی در چین**

در سال 2006، آی بی ام، راهنمایی را برای استقرار هوشمند شبکه برق و نوآوری در مدیریت آن و همچنین مواد و روش‌های موجود برای ایجاد و نگهداری آن منتشر کرد. ایجادکنندگان فرصت و چالش در شبکه برق در چین، دستورالعمل‏هایی را برای بهبود بهره‏وری از سرمایه‏گذاری، ثبات شبکه برق و ثبات خدمات شرکت‏ها و همچنین مدیریت ساخت و ساز در شبکه برق هوشمند را ارائه کرده‎اند.

اگر چه، IBM طیف وسیعی از چالش‎ها را بررسی کرده و طیف وسیعی از راه‏حل‎ها را برای بهبود مصرف انرژی (SAFT) برای شرکت‎های برق در چین و در شبکه برق هوشمند ارائه کرده است. SAFT شامل چندین بخش است: اول، بهبود سطح دیجیتال با اتصال تجهیزات به سنسورها و دوم ایجاد داده‏های جمع‎آوری شده و یکپارچه‏سازی سیستم و سوم، تجزیه و تحلیل مواد و روش‏ها. SAFT عامل پیشرفت بهینه و مدیریت بر تجزیه و تحلیل بر اساس اطلاعات است [5].

در اکتبر سال 2007، در شرق چین، یک شرکت برق، در حوزه پژوهشی فعالیت کرده و شبکه برق هوشمند را ایجاد نمود. این پروژه تحقیقاتی نه تنها با پیشرفت شرکت همراه بود، بلکه امکاناتی را نیاز داشت که وضعیت فعلی و آینده صنعت برق را دگرگون می‏کرد. نتیجه این بود که بر اساس تجهیزات مورد نیاز و نوآوری ایجاد شده توسط آن شرکت در مصرف تکنولوژی، شبکه برق هوشمند در کشور چین راه‎اندازی شد. شبکه برق این شرکت، به دنبال تغییر سریع خدمات و همچنین افزایش کیفیت خدمات بود. یک استراتژی سه مرحله‎ای برای تولید برق هوشمند در سال 2010 توسط یک مرکز شبکه هوشمند ارائه گردید و در طی سال 2020 با توانایی ساخت شبکه برق به پایان رسید. سپس این پروژه و استراتژی‎ها تا سال 2030 عملی گردیدند [8].

در 28 فوریه سال 2009، شبکه برق هوشمند در سه بخش دفاع، امنیتی و بخش کنترل دولتی ایجاد شد. پذیرش این نوع شبکه در پکن، باعث پایداری استفاده از آن و اطمینان به آن گردید. سیستم یکپارچه استفاده شده در این بخش‎ها شامل: سیستم مدیریت برق، شبکه برق پویا و سیستم مانیتورینگ و سیستم هشدار دهنده و سیستم تحلیل پاپداری شبکه می‌باشد. اپراتور موجود در چنین سیستمی توانایی دسترسی کامل به کل شبکه و وضعیت عملیاتی سیستم و کمک در تصمیم‏گیری را دارد. علاوه بر این، این سیستم می‏تواند به طور موثر باعث بهبود استاندارد مدیریت و سطح جریان در نیروگاه‎های برق و ایجاد پلتفرمی برای مدیریت و بررسی کیفیت گردد.

توسعه پژوهش در شبکه برق هوشمند در کشور چین، باعث شد تا این کشور، قدرت و توانایی ایجاد و راه‏اندازی شبکه برق هوشمند را به دست گیرد. انجام تحقیقات فراوان در این زمینه نیز موجب توسعه فناوری و استفاده از تجهیزات پیشرفته در کشورهای دیگر شد.

 **3. چشم‎انداز شبکه هوشمند در چین**

به منظور حل مشکلات توزیع و عدم تعادل در منابع تولید و بار در شبکه برق، انتقال ظرفیت افزایش یافته و ظرفیت سیستم‎های انتقالی قدرت نیز افزایش یافت. شبکه‏های انتقال قدرت در مقیاس بزرگ از غرب و شمال چین تا وسط و شرق چین کشیده شده است و باعث کاهش فشار انتقال و حفاظت از محیط زیست می‏گردد. علاوه بر این، این امر می‏تواند موجب تبدیل چالش به فرصت شده و همچنین موجب تحقق بخشیدن و پیشرفت در توسعه اقتصاد کشور گردد. سیستم سیاست چین نیز توانست محیط اقتصادی و مدیریتی را بهبود بخشد تا مناسب استقبال از شبکه برق هوشمند باشند. در ژانویه 2009، اولین خط تولید قدرت UHVدر چین به اتمام رسیده و مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

شبکه برق UHV در ایالات‌متحده، توانست موجب افزایش تولید و پراکندگی قدرت گردد. چین، به عنوان نماینده در ایالات‌متحده حاضر شده و روند توسعه شبکه برق هوشمند را بررسی کرد. اگرچه در این حین شبکه‌های برق هوشمند بزرگ‌تری در سایر بخش‏ها و کشورها ایجاد شدند، اما به نوعی شبیه به شبکه ایجاد شده و در حالت کلی معرفی شده توسط کشور چین بودند. همچنین کشور چین توانست، ابزاری برای کنترل قدرت‎های بزرگ در شبکه ایجاد نماید که موجب ثبات انرژی در شبکه برق می‏شد. خودترمیمی و قابلیت اطمینان بالا نیز از ویژگی‎های این شبکه هوشمند می‏باشد.

مطابق با پیش‌شرط‌ها و پس زمینه‎های UHV توسعه برق در چین، جنبه‌هایی وجود دارند که باید مورد بررسی قرار گیرند و عبارت‌اند از:

• برنامه‏ریزی هوشمند: شبکه برق باید خود ترمیم و هوشمند باشد. توانایی برنامه‏ریزی شبکه برق و بهینه‌سازی استفاده از آن را داشته باشد. بنابراین باید توانایی دریافت برنامه‏ریزی را در شبکه برق داشته باشد. بیش‌ترین چیزی که مهم است، تغییر مفاهیم و روش‎های برنامه‏ریزی قدرت و تبدیل نمونه سنتی به نمونه پیشرفته کنونی است. از جمله تغییر ابزارهای اندازه‏گیری مستقر در ساختمان‏ها و ایستگاه‏های برق و همچنین ابزارهای مدیریت و کنترل مستقر در بخش توزیع منابع و ایستگاه‏های برق.

• عملیات هوشمند: الگوی در حال توسعه کنترل شبکه برق باهدف افزایش کنترل و تسلط بر قدرت‏های بزرگ نیز باید وجود داشته باشد. آینده شبکه برق هوشمند باید با یک هماهنگ‌کننده مرکزی همراه بوده و دارای توانایی بهبود عملکرد سیستم باشد. سیستم EMS، برای پیگیری ارتباطات و نظارت بر شبکه برق ساخته شده است. از طریق فرآیند تدریجی پیاده‏سازی امنیت پویا و سیستم قدرت پردازشی، می‏توان کنترل پویایی بر روی مصرف انرژی در شبکه برق داشت. در نهایت برای بهبود حفاظت از سیستم قدرت، ثبات و امنیت بالاتر، بهره‏گیری از عملیات هوشمند لازم و ضروری می‏باشد.

• مدیریت هوشمند: الگوی مدیریت در قدرت، یک سیر عمودی از تولید انرژی تا توزیع و سپس مدیریت عملکرد پردازشی دارد.

**4. نتیجه‏گیری**

شبکه هوشمند به یک نقطه داغ در سیستم برق امروزی تبدیل شده است. همچنین به عنوان یکی از نوآوری‎های فناوری و علمی در قرن 21 مطرح است. بسیاری از کشورها در جهان درگیر این چالش هستند و پروژه‏های تظاهراتی بسیاری را مطرح کرده‏اند. همچنین، پژوهش‏های تجربی و نظری در شبکه هوشمند اهمیت ویژه‏ای یافته است. مبادلات بین‎المللی تا حد زیادی توزیع و ترویج شده است. از آنجا که توزیع برق در چین بسیار نابرابر بوده است، باید راه‏کاری برای تبادل و تعاملات برای مبادله انرژی وجود داشته باشد. توسعه ویژگی‎های شبکه قدرت همچنان به عنوان یک مسئله در کشورهای مختلف مطرح است و جای کار دارد.

**REFERENCES**

[1] David G. Hart, " Using AMI to Realize the Smart Grid," in Proc. 2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, pp. 1-2.

[2] S. Massoud Amin and B.F. Wollenberg, “Toward a Smart Grid: power delivery for the 21st century,” IEEE Power and Energy Magazine, Vol. 3, No. 5 Sept.-Oct. 2005, pp. 34-41.

[3] D. Divan and H. Johal, “A Smarter Grid for Improving System Reliability and Asset Utilization,” Power Electronics and Motion Control Conference, August, 2006.

 [4] Tai, H. and Hogain, E.O., “Behind the buzz [In My View]," IEEE Trans. Power and Energy Magazine, vol. 7, pp. 96 - 92, Mar.-Apr. 2009.

 [5] Fujie Sun, Ming Lei and Chengbin Yang, “Establishing Smart Power Grid and Innovating Management Methods– A New Thought of the Development of Electric in China," IBM Corp, [Online]. Available: <http://www-900.ibm.com/cn/services/bcs/iibv/industry/utilities.shtml>.

 [6] Richard E. Brown, " Impact of Smart Grid on distribution system design," in Proc. 2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, pp. 1-4.

[7] European Commission, Directorate-General for Research, “Draft - Strategic Deployment Document for Europe’s Electricity Networks of the future”, 2008

[8] Junqing Shuai, ג Aiming at the forefront and Establishing Smart Grid,ד State Grid, issue 2, pp.54-57, 2008.