

جزیره‌های انرژی و احتمال استفاده از آنها در آینده شبکه‌های توزیع

محمد اسماعیل فراهات و حمید فراهات

MohammadFarahat@Gmail.com & Hamid.Farahat@Gmail.com

چکیده - در شبکه های توزیع مدرن، تکنولوژی های تولید توزیع شده (Distributed Generation) پدیدار می شود. اوج کاربرد این تکنولوژیها، "جزیره های انرژی" با درجه آزادی بالایی نسبت به شبکه های مرکزی خواهد بود. این مقاله محدوده های تکنولوژیکی متفاوتی که با افزایش نفوذپذیری این سیستمها پدیدار میشوند را در نظر خواهد داشت: کیفیت توان، مشکلات کنترل، مسایل امنیتی، ابعاد محیطی، موجودیت منابع اولیه انرژی و ابعاد اقتصادی از این موارد خواهد بود.

کلید واژه- پایداری شبکه، تولید توزیع شده، ذخیره انرژی، کیفیت توان، میکروشبکه

1- مقدمه

مردم آنها را بعنوان سیستمهای تولید الکتریسیته کوچک تا متوسط (کمتر از چند MW)، که معمولا در سیستمهای توزیع الکتریسیته اعمال میشوند (نه تحت اختیار یا کنترل واحدها)، میشناسند. برای نمونه مزارع بادی بزرگ، DG تلقی نمیشوند.

1-1- تکنولوژی تولید توزیع شده

در سالهای اخیر تکنولوژیهای شناخته شده تحت عنوان امکانات "تولید توزیع شده" (DG) قابل دسترسی شده اند، مثلا ساخت سیستمهای خورشیدی مجتمع، توربینهای بادی، سلولهای سوختی، واحدهای توربین گازی مقیاس کوچک CHP (تولید ترکیبی حرارت و توان) و غیره. این ابزار بصورت مشابه از منبع انرژی موجود محلی، که انرژی قابل بازیافت (RE) است، برای تولید الکتریسیته استفاده مینمایند. مقدار انرژی تبدیل شده در مقایسه با مقادیر حاصل از نیروگاههای برق توزیع مرکزی بزرگ، بسیار ناچیز خواهد بود. بهمین دلیل در نزدیکی محل مصرف، و حتی در محل نصب میشوند، که نهایتا اصطلاحا به "تولید داخلی" منجر میشود.

2-1- تکنولوژیهای مکمل

تکنولوژی تولید توان DG با تکنولوژیهای ذخیره انرژی مانند: انواع باتریهای پیشرفته، ابرخازنها، سیم پیچهای ابر رسانا و فلاپولها تکمیل میشود. که همگی امکان تطابق بهتر موجودی و تقاضا با توجه به سختی کنترل تولید در مقیاسهای زمانی مختلف را مقدر میکنند. در همین راستا، بهبود در قابلیت و کیفیت توان حاصل خواهد شد. DG و ذخیره سازی مشترکا هسته سیستمهای "توزیع توان" را تشکیل خواهند داد.

الکتریسیته تولید شده توسط این واحدهای DG عموما با توجه به عامل تحریک یا منبع اولیه موجود، خواص خاص خود را دارند: باد، خورشید و گرما مورد نیاز در موارد CHP، را میتوان برشمرد. این باعث کاهش ضریب اطمینان در ذخیره انرژی شده، و از طرفی میتوان منابع سازگار با محیط زیست اعمال نمود.

با این وجود، برای رسیدن به یک تطابق خوب بین تولید و مصرف همراه با ذخیره سازی، ترجیحا باید بار را هوشمندانه، در جهت تثبیت یا تغییر مصرف الکتریسیته، "کنترل" نمود. در نتیجه، بعضا بارها را بعنوان یک نوع "منبع توزیع شده" که میتوان از آن برای اعمال بهتر توان موجود محلی استفاده نمود، در نظر میگیرند.

در کل نمیتوان گفت محدوده تکنولوژی DG تا کجا ادامه دارد. هنوز تعریف مشترکی موجود نیست، ولی عموم

تمام این دستاوردها مدیون تکامل ایجاد شده در کنترل دیجیتالی موجود در الکترونیک صنعتی است، که از

یک واسطه شبکه برای عناصر سیستم توزیع توان (هم تولید و هم ذخیره سازی) و تعداد زیادی بار تشکیل شده است. عملکرد این سیستمها را با استفاده از یک زیرساخت ارتباطی مناسب همچنان میتوان افزایش داد.

متعاقبا، میتوان انتظار داشت درصد بیشتری از انرژی الکتریکی در محل تولید، مصرف و مدیریت شده به اصطلاح "جرایز انرژی" یا "میکرو شبکه"، و حتی بعضا مردم در وجود نیاز به شبکه اصلی شک کنند. آغاز چنین مسیری در راستای علل مخلفی میتواند باشد، مانند هدف استفاده از منابع انرژی قابل بازیافت (هدف اروپا در ارتقا سطح 6% سال 1995 به 12% در سال 2010 میباشد)، یا موقعیتهای فعال سازی مصرف کننده مثلا در پیشگیری از اتلاف گرما است. البته این فرصت بیشتر در جوامعی کاربرد خواهد داشت که تنها مشتاق به گسترش سیستمهای قدرت برای ارضا تقاضاها نباشند.

به این ریل و دلایل دیگر، نمیتوان انتظار داشت امنیت و کیفیت موجودی همانند گذشته باشد یا استانداردها را در بر بگیرد.

2- ابعاد مقدماتی DG

برای قبول کردن نفوذپذیری در مقیاس بالای DG، احتمالا در مسیر رسیدن به "جرایز انرژی" مسائل زیادی باید بررسی شوند. تمرکز تحقیقات در حال حاضر از تکنولوژی DG به سمت هماهنگی شبکه ها و اعمال بهینه آنها گرایش دارد. در پروژه های تحقیقاتی بزرگ در اروپا و آمریکا، سطوح نفوذپذیری مناسب DG تحت بررسی قرار میگیرد. موارد ذکر شده در ادامه نیز در همین راستا خواهد بود.

1-2- قابلیت اطمینان و کیفیت توان (PQ)

بسیاری از سیستمهای DG متکی به منابعی میباشد که دارای قابلیت پیشبینی کم یا محدود هستند. با در نظر داشتن تطابق تولید و تقاضا، برای ثابت نگه داشتن قابلیت موجودی نیاز به پشتسبانی توان خواهیم داشت. بهمین دلیل عملکرد جزایر انرژی بصورت مستقل از شبکه اصلی با ولتاژ بالا غیر ممکن بنظر میرسد. در مورد استفاده از شبکه عادی، تنها جریان توان باقیمانده، جریان تعادل سازی (بالانسینگ) خواهد بود.

داخل شبکه با جریان رفت و برگشتی، تغییرات ولتاژ میتواند سرعت با دوجهته شدن جریان توان در شبکه ای که قبلا فقط از بالا به پایین بوده افزایش یابد. شکاف (bursts) محلی میان توان فعال و غیر فعال بسیار سریع ولتاژ را منحرف خواهد نمود. تصحیح سریع این مسئله سخت خواهد بود، با وجود واحدهای DG با سیستمهای الکترونیک صنعتی که باید عملا ژنراتورهای بدون انرسی فرض شوند، مگر اینکه یک نوع ذخیره انرژی پیشرفته که بتوان آنرا انرسی مجازی در نظر گرفت اعمال شود. این "انرسی" ناشی از شبکه با نیروگاههای کنترل مرکزی که شبیه یک فلاپویل عظیم با قدرت تعادل بسیار زیاد میباشد در "توان اتصال-کوتاه" بازتاب خواهد داشت، یعنی یک امیدانس داخلی بسیار کم در سیستم توان اصلی.

در ادامه، استفاده گسترده از مبدل های الکترونیک صنعتی با مشخصات غیرخطی احتمالا مشکلات کیفیت توان، مانند انحراف هارمونی را افزایش خواهد داد. با این حال، با وجود عناصر سویچ سریع امروزی در کنترل شکل موج ورودی، این مشکل دیگر حاد نخواهد بود. از طرف دیگر، این سیستمها می توانند (در تئوری) طوری استفاده شوند که PQ محلی به بهای خاصی حاصل شود: که در اصول با سیستمهای استفاده شده در ایجاد "فیلترهای اکتیو" (در حذف هارمونیکها) یا "جبران کننده های ایستا" (تولید توان راکتیو، لازم برای تنظیم ولتاژ) مشابه اند. متاسفانه در حال حاضر بیشتر سیستمهای DG باید بسیار "منفعله" نصب شده و با تزریق توان اکتیو، کنترل ولتاژ را به سیستم مرکزی واگذار نماید. البته این در آینده تغییر خواهد نمود و واحدهای DG قادر خواهند بود "خدمات جانبی" نیز ارائه نمایند.

2-2- مسئله کنترل

سخت ترین مشکل شاید غیر متمرکز کردن کنترل باشد. در اینجا تعداد زیادی ژنراتورهای غیر قابل پیشبینی کوچک و دستگاههای ذخیره سازی مربوط یا سیستمهای بار اکتیو باید در تعامل با هم در اشباع تقاضا انرژی قابل اطمینان محلی اقدام نمایند. در اینجا یک سیستم کنترل قویتر لازم بنظر می رسد، اما یک زیرساخت ارتباطی قابل اطمینان برای ارسال اطلاعات مناسب نیز باید موجود باشد.

2-4- مسائل محیط زیستی

معرفی ژنراتورهای نوپزا و مواد شیمیایی سمی، مانند سلول‌های سوختی و باتری‌ها، در نواحی آلوده متراکم مورد نظر نخواهد بود. در مورد واحدهای تحت گاز طبیعی، انتشار محلی غیرقابل اجتناب خواهد بود. حتی می‌توان پرسید که آیا فعالیت عادی واحدهای بزرگ پشتیبانی توان مرکزی باعث عملکرد نامناسب‌تری در نیروگاه‌های مرکزی با انتشار نسبتاً بیشتری در پیامد نخواهد بود. پس، واضح است که برای استفاده از انرژی قابل بازیافت سازگار با محیط باید بهای آنرا نیز پرداخت.

2-5- موجودیت زیرساخت انتقال در منابع انرژی ابتدائی، یعنی گاز طبیعی

واحدهای DG غیر RE معمولاً از گاز طبیعی استفاده می‌کنند. بیشتر مواقع علت عدم رغبت ارتقاء شبکه‌ها اجتناب از هزینه زیاد است. این معمولاً منطق غلطی است، که منجر به اعمال فشار بیشتر روی شبکه تغذیه انرژی ابتدائی (موازی) خواهد شد. اینطوری مشکل تراکم شبکه از شبکه الکتریکی به شبکه توزیع گاز منتقل خواهد شد.

2-6- ابعاد اقتصادی

اعمال زیرساخت DG نیازمند سرمایه‌گذاری زیاد در زمینه ابزار و تغییرات شبکه برای کنترل و امنیت می‌باشد. برگشت هزینه در بازارهای آزاد، که ریسک کمتری داراست پیچیده خواهد بود و سوددهی با اجتناب از نوسانات قیمت یا عقوبت بارهای پیک یا الگوهای مصرف غیرمترقبه حاصل خواهد شد، مگر زمانیکه DG تنها انتخاب (پرهزینه) باشد، البته در صورت پیشی گرفتن از توسعه شبکه.

در غیر اینصورت، باید از روشهایی که به نوعی عقب‌نشینی محسوب می‌شوند استفاده نمود. حتی در آنصورت نیز جبران هزینه‌ها بدون یک منبع توان با قابلیت نسبتاً خوب، با وجود هزینه‌های اضافی ایجاد شده مربوط به توان پشتیبانی، مشکل خواهد بود. حتی اگر از نظر اخلاقی رغبت ایجاد شود، ریسک تثبیت قیمت‌ها با سوبسیدها بصورت مصنوعی، برخلاف بازار آزاد، همیشه وجود دارد.

این سؤال همچنان باقی است، که چه کسی این سیستم توان پشتیبان را حمایت مالی خواهد نمود. این یک

بعضاً عاقلانه است، مثلاً در مورد مشکلات شبکه، که یک جزیره انرژی جدا شده و به مد جزیره وارد شود. برگشت به سیستم متصل شاید بنظر ساده‌تر از حقیقت مطلب بنماید، ولی سنکرون کردن جزیره انرژی با انرسی کم و سیستم توان قوی کاری دشوار خواهد بود.

مشکل اصلی تفاوت بنیادی مابین زمانیکه بعنوان "منبع جریان" عمل نموده، توان منفعلانه به شبکه‌ای با سیستم توان قوی برای ایجاد تعادل تزریق شود، و زمانیکه بعنوان "منبع ولتاژ" عمل می‌کند، که واحدهای DG باید خود ولتاژ و فرکانس جزایر انرژی را تثبیت نمایند، میباشد. مورد اخیر نیازمند مقدار قابل توجه از توان "رزرو" (ذخیره‌شده) برای هموارسازی اختلالات ولتاژ می‌باشد.

2-3- امنیت

طبیعتاً، امنیت سیستم باید همیشه تضمین شده باشد. مسئله به راحتی که به نظر می‌رسد نیست، چون خطاء جریان نه تنها از سیستم توان (یک منبع ولتاژ بزرگ) یک جهت، بلکه همچنین از واحدهای DG (منابع جریان فشرده) ناشی می‌شود، که با استفاده از روشهای کلاسیک "فیوز و رله" باعث پیچیده‌تر کردن تشخیص موقعیت‌های غلط خواهد بود.

تصور نمائید مثلاً: در نزدیکی یک واحد DG اتصال کوتاه اتفاق افتد. معادل یک منبع جریان عمل نموده، مقدار قابل توجهی جریان خطاء تولید می‌کند، ولی آنقدر نخواهد بود که محافظ‌های سرریز جریان را فعال کند. در تئوری این عمل ممکن است بدون اطلاع محافظ‌های استاندارد اتفاق افتد. همچنین هنگام اتفاق خطاء در شعب موازی شبکه بسیار دور از واحد DG، ممکن است بعنوان یک "اثر حاشیه‌ای" توسط یک محافظ "ویژه" بالا-پایین بخاطر مشارکت (محدود) در جریان خطاء قطع شود، و نتیجتاً مشکل را بزرگتر از موقعیت بدون DG نماید.

در نتیجه، یک سیستم حفاظت "فعال" پیچیده‌تر با نوعی ارتباطات که سطح امنیت را در آینده حفظ نماید، نیاز خواهد بود.

توان قابلیت اطمینان وابسته است، قابل درک است.

مطمئننا نباید فقط روی مشکلات ناشی از آغاز DG تمرکز کرد، فواید آنرا نیز باید در نظر گرفت. در یک شرایط خوب، قابلیت اطمینان تمام سیستم افزایش می‌یابد. پیک تقاضای توان فشار کمتری بر سیستم توان با بار کامل خواهد آورد. مهمتر از همه، این احتمال وجود دارد که با استفاده از منابع محلی بتوان هزینه الکتریسیته را، با کاهش تلفات انتقال و حذف (یا تأخیر در) سرمایه‌گذاری‌های گران در زیرساخت کاهش داد.

در صورتیکه انفصال "جزایر انرژی" پدیدار شود، وضعیت کاملاً متفاوتی خواهیم داشت که در آن خدمات حاشیه ای، "توان اتصال-کوتاه" و "انرژی" باید توسط سیستم‌های DG فراهم شود. این نشان‌دهنده یک هم‌آورد عظیم تکنولوژی است، ولی همچنین یک فرصت برای استفاده حداکثر از منابع محلی و رساندن قابلیت اطمینان به میزان نیاز خاص محل. بنظر ایده آل می‌رسد، اما (هنوز) در چهارچوب اقتصادی نامطمئن کنونی که از جا تا جا متبیر است، مشکل و بسیار گران خواهد بود.

تقریباً واضح است که سیستم توان مرکزی در سال‌ها و دهه‌های پیش‌رو متحول یک انقلاب خواهد شد، چون مصرف الکتریسیته پائین نیامده و سختی گسترش شبکه تنها با نصب تکنولوژی DG می‌تواند جایگزین شود. با این حال هنوز کاملاً تأیید نمی‌شود که گذشتن از محدوده‌ها و اعمال جزایر انرژی کم و بیش مستقل از نظر اقتصادی و تکنیکی ایده خوبی باشد. در آینده نزدیک، نمونه‌هایی در این زمینه اجرا خواهد شد. خالی از لطف نخواهد بود که عملکرد آنها رادنبال نمائیم، که نشان دهنده چگونگی استفاده از شبکه‌ها در آینده خواهد بود.

سرمایه گذاری بزرگ با سوددهی بسیار بلند مدت می‌باشد. تأمین بودجه شبکه معمولاً از طریق تعرفه مصوبه انتقال، قابل پرداخت به مجری سیستم توان، بر حسب توان ثبت شده و انرژی معاوضه شده خواهد بود. نصب واحد DG و اعمال جزیره انرژی، به این معنی است که انرژی کمتری از شبکه برگشت داده خواهد شد و سهم اقتصادی در به ثمر رسیدن سرمایه کاهش خواهد یافت. در عین حال، شبکه‌ای که در آن ترانسفورمرها و خطوط برای خازن ماکزیمم طراحی شده، بعلم مربوط به قابلیت تعادل (بالانسینگ) و پشتیبانی اضطراری بهمان‌صورت باقی خواهد ماند. بهمین دلیل، در بعضی از کشورها، "هزینه‌های انفصال" از نصاب واحدهای DG اخذ می‌شود. وگرنه بار اقتصادی مشتریان باقیمانده با هر واحد DG سنگین‌تر خواهد شد. مشکل مشابه زمانی رخ می‌دهد، که تعرفه‌های خاص انتقال برای واحدهای CHP و بازیافت به مجری شبکه DG اعمال می‌شود: بار دیگر درآمد باقیمانده بعنوان مالیات پنهان برای حمایت از DG، از مشتریان اخذ خواهد شد.

از طرفی، خدمات حاشیه ای اضافی مربوط به PQ، مانند پشتیبانی ولتاژ، را می‌توان به مجری شبکه نیز ارائه داد، تا منبع درآمد اضافی فراهم شده و کمکی غیرمستقیم برای هزینه‌های لوازم شبکه باشد. اما زمینه‌های مناسب در مکانیسم‌های بازرگانی و مشوق‌های اقتصادی برای استفاده سودآور از قابلیت‌های تکنولوژیکی هنوز فراهم نشده است.

نتیجه

در کل، به سختی می‌توان گفت محدوده‌های آغاز تکنولوژی DG در شبکه‌های توزیع کجاست. در واقع موضوع بسیاری از پروژه‌ها می‌باشد که پارامترهای متفاوتی باید در این رابطه نظر گرفته شود، مثل پایداری ولتاژ، کیفیت توان و قابلیت اطمینان موجودی. اینها همگی به خصوصیات مختلف متعدد مثل بارها، توپولوژی شبکه و پشتیبانی شبکه انتقال بستگی دارد. این اصل که قوانین اتصال از ناحیه به ناحیه فرق می‌کند مسئله را بسیار پیچیده‌تر کرده. بعضاً حتی به این سوال اشاره می‌کنند که آیا لازم است استانداردهای کنونی اطمینان را نگه داشته و دنبال دیگری رفت "هر کدام بصورت مجزا". در عمل سعی می‌شود که قابلیت اطمینان موجودی حفظ شود، که نگرش محافظه کارانه‌ای است، اما در مورد جامعه‌ای که سخت به موجودی