۸۷/۱/۱۰۷۲۷
۸۷/۱۰/۲۲

بسم الله الرحمن الرحیم

۱۰۸۲۹۲

دانشگاه زنجان

دانشکده فنی مهندسی

پایان نامه دریافت درجه کارشناسی ارشد

عنوان پایان نامه:

جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده برای بهبود شاخصهای کیفیت توان با استفاده از الگوریتم ژنتیک

۱۳۸۷/۱۰/۱۳

اساتید راهنما:

دکترسعید جلیل زاده

دکترحسین شایقی

دانشجو:

اسماعیل شریفی آستانه

پاییز ۸۷

۱۰۸۲۹۲

شماره: ت-م-۸۷/۲۱۰

تاریخ: ۸۷/۷/۳۰

پیوست:

بسمه تعالی

دانشگاه زنجان

صورتجلسه دفاع پایان‌نامه تحصیلی دوره کارشناسی‌ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای اسماعیل شریفی آستانه

رشته : مهندسی برق (قدرت)

تحت عنوان :جایابی بهینه واحدهای تولید پراکنده برای بهبود شاخص های کیفیت توان با استفاده از الگوریتم ژنتیک

در تاریخ ۸۷/۷/۳۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید به شرح زیر است:

ل (با درجه: عالی امتیاز: ۱۸/۷۵) دفاع مجدد ☐ مردود ☐

عالی (۲۰-۱۸)

۲. بسیار خوب (۱۷/۹۹-۱۶)

۳. خوب (۱۵/۹۹-۱۴)

۴. قابل قبول (۱۳/۹۹-۱۲)

ردیف	عضو هیأت داوران	نام و نام‌خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱	استاد راهنما	دکتر سعید جلیل زاده	استادیار	
۲	استاد راهنما	دکتر حسین شایقی	استادیار	
۳	استاد ممتحن	دکتر وحید رشتچی	استادیار	
۴	استاد ممتحن	دکترسید هادی حسینی	استادیار	
۵	نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر داود رضایی	استادیار	

مهندس محمد مصطفوی
معاون آموزشی دانشکده مهندسی

دکتر نعمت اله ارشدی
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

چکیده

در شبکه‌های برق‌رسانی درصد قابل توجهی (در حدود ۱۳٪) از تـوان و انـرژی الکتریکـی تولیـد شده در نیروگاه‌ها، در مسیر تولید تا مصرف به‌هدر می‌رود. تلفات در تمام سطوح سیستم قـدرت یعنی تولید، انتقال و توزیع وجود دارد، اما ۷۵٪ از تلفات در شبکه‌های توزیع اتفاق می‌افتد. علـت این امر زیاد بودن مقادیر جریان‌های خطوط، به‌دلیل پایین بودن سطح ولتاژ در شبکه‌های توزیع و نیز ساختار شعاعی این شبکه‌ها می‌باشد. لذا در زمینه کاهش تلفات، شبکه‌های توزیـع از اهمیـت خاصی برخوردار هستند.

در برخی مواقع بکارگیری واحدهای تولید پراکنده به عنوان یک راه حل اساسی در زمینـه کـاهش تلفات در نظر گرفته می شود.همچنین براساس برخی نظر سنجی های انجام شده در ایالت متحده وکانادا ، نشان می دهد که پس از قیمت برق ،کیفیت توان و قابلیـت اطمینـان بـیش از هـر عامـل دیگری مورد توجه مصرف کنندگان می باشد و حساسیت آنان را بر مـی انگیـزد. عوامـل فـوق و برخی عوامل دیگر، منجر به افزایش تمایل در زمینه بکار گیری تولیدات پراکنده شده است.

از اینرو با افزایش روند رو به رشد استفاده از واحد های تولید پراکنده، لزوم بررسـی اثـرات ایـن واحدها بر روی شبکه های توزیع بیش از پیش نمایان می شود.

در این پژوهش،تأثیر واحـدهای تولیـد پراکنـده روی پروفیـل ولتاژ،تلفـات وشاخـصهای قابلیـت اطمینان شبکه توزیع نمونه بررسی شده است. ارزیابی پروفیل ولتاژ و تلفات بـا اسـتفاده از روش پخش بار و ارزیابی شاخصهای قابلیت اطمینان با استفاده از ایده تقسیم بندی نواحی انجـام شـده است. از آنجایی که بهبود در مسائل یاد شده شدیداً به ظرفیـت ومکـان نـصب واحـدهای تولیـد پراکنده وابسته است لذا برای جایابی واحدهای تولید پراکنده از الگوریتم ژنتیک و بـرای ظرفیـت یابی واحدهای تولید پراکنده از الگوریتم PSO استفاده کردیم. همچنین در ادامه نشان دادیم کـه با تغییر تعداد واحدهای DG شاخصهای فوق چه اندازه تحت تأثیر قرار می گیرند.

فهرست مطالب

فهرست مطالب..... الف
فهرست شکلها..... ث
فهرست جداول..... ح

فصل اول:

مقدمه

۱-۱) مقدمه ۱
۱-۲) تعاریف DG..... ٤
۱-۳) مقایسه مزایای سیستمهای سنتی وDG..... ٦
۱-٤) مشکلات وموانع توسعه DG..... ۱۰
۱-٥) تکنولوژی های مورد استفاده برای تولیدات غیر متمرکز..... ۱۱
۱-٥-۱) فن آوریهای استفاده کننده از منابع تجدید ناپذیر..... ۱۱
۱-٥-۲) فن آوریهای استفاده کننده از منابع تجدید پذیر..... ۱۲
۱-٥-۳) ذخیره کننده های انرژی الکتریکی..... ۱۳
۱-٦) قابلیت اطمینان..... ۱٤
۱-٦-۱) مروری بر نظریه تاریخچه قابلیت اطمینان..... ۱٤
۱-٦-۲) مفهوم قابلیت اطمینان..... ۱٥
۱-٦-۳) قابلیت اطمینان سیستم های قدرت..... ۱٥
۱-٦-٤) ارزیابی اقتصادی قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع..... ۱٦
۱-٦-٥) استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان در سیستم توزیع..... ۱۷
۱-۷) روشهای مختلف اتصال سیستم های تولید پراکنده به شبکه برق..... ۱۸
۱-۷-۱) مزایای بالقوه اتصال DG به شبکه..... ۱۸
۱-۷-۲) معایب بالقوه اتصال DG به شبکه..... ۲۰
۱-۸) انتخاب نوع اتصال DG وشبکه..... ۲۲
۱-۸-۱) دو روش برای اتصال DG وشبکه..... ۲۲
۱-۸-۲) مزایا ومعایب هر روش..... ۲٤
۱-۹) مساله ماژولار بودن واحدهای DG و اثرات آن بر روی قابلیت اطمینان سیستم..... ۲٥

۱-۱۰)اثرات تکنیکی تولید پراکنده بر روی سیستم توزیع..... ۲۶
۱-۱۰-۱) تغییرات گذرای ولتاژ..... ۲۶
۱-۱۰-۲)هارمونیک..... ۲۶
۱-۱۰-۳)سگ ها ودیپ ها..... ۲۶
۱-۱۱)جزیره ای شدن..... ۲۸
۱-۱۲)قابلیت اطمینان شبکه توزیع وواحدهای تولید پراکنده برق..... ۳۰
۱-۱۳)مروری بر تحقیقات انجام شده..... ۳۲

فصل دوم:

مروری بر سیستم های توزیع

۲-۱) مقدمه..... ۳٤
۲-۲) سیستم توزیع شعاعی..... ۳٤
۲-۳)پخش بار در سیستم توزیع..... ۳٦
۲-٤)اصول حاکم بر پخش بار Baran-Wu..... ۳۷
۲-٥)شبیه سازی پخش بار Baran-Wu..... ۳۹

فصل سوم:

تحلیل قابلیت اطمینان

۳-۱) مقدمه..... ٤٤
۳-۲) عمل کلید زنی..... ٤٤
۳-۳)تحلیل قابلیت اطمینان بر اساس تئوری مجموعه ها..... ٤٦
۳-٤) مجموعه های تحلیل قابلیت اطمینان..... ٤۷
۳-٥)معرفی شاخص های عملکرد..... ٥۰
۳-٦) شاخص های قابلیت اطمینان..... ٥۱
۳-٦-۱)توصیف توابع..... ٥۱
۳-٦-۲) نحوه محاسبه شاخصهای قابلیت اطمینان بر اساس تئوری مجموعه ها..... ٥۲

فصل چهارم :

مروری بر الگوریتم ژنتیک وPSO

٤-۱)مقدمه..... ٥٥
٤-۲)مفاهیم پایه..... ٥٥

٤-٣)فضای جستجو.....٥٦
٤-٤)تولید مثل.....٥٧
٤-٥)ادغام.....٥٩
٤-٦)جهش.....٦٠
٤-٧) بهینه سازی اجتماع ذرات.....٦٢

فصل پنجم :

شبیه سازی ونتایج

٥-١)مقدمه.....٦٧
٥-٢)چگونگی بکار گیری الگوریتم ژنتیک برای یافتن مکان و اندازه بهینه DGها بمنظور کاهش تلفات.....٧١
٥-٣) نتایج حاصل از برنامه ژنتیک بمنظور جایابی و ظرفیت یابی DGها بمنظور کاهش تلفات.....٧٣
٥-٤) چگونگی استفاده از الگوریتم ژنتیک بمنظور یافتن مکان مناسب با هدف کاهش SAIDI.....٨١
٥-٥)نتیجه گیری.....٨٧
٥-٦) پیشنهادات.....٨٧
پیوست.....٨٩
فهرست منابع.....٩٢

فهرست شکلها

شکل(۱-۱)آرایش متداول سیستم قدرت..... ۲

شکل (۱-۲)ساختار جدید سیستم قدرت پس از پیدایشDG..... ۳

شکل(۱-۳)نتایج یک نظر سنجی در مورد مزایا DG..... ۱۰

شکل(۱-٤)نتایج یک نظر سنجی در مورد مشکلات DG..... ۱۱

شکل(۱-۵)دو روش استفاده از DG در کنار شبکه..... ۲۳

شکل (۱-٦)پدیده جزیره به علت عمل ریکلوزینگ..... ۲۸

شکل (۱-۷)مقایسه دو سیستم سنتی وDG از لحاظ هزینه در بخش های مختلف
سیستم قدرت..... ۳۱

شکل(۲-۱)سیستم توزیع شعاعی نمونه..... ۳٤

شکل(۲-۲)سیستم نمونه دارای دو منبع..... ۳۵

شکل (۲-۳)سیستم توزیع به همراه پست وDG..... ۳٦

شکل(۲-٤)دیاگرام تک خطی یک شبکه توزیع و متغیرهای مربوطه..... ۳۸

شکل(۲-۵)الگوریتم مربوط به پخش بار Baran-Wu..... ٤۱

شکل(۳-۱)مدار ساده ٤۵

شکل(۳-۲)ناحیه نمونه..... ٤٦

شکل(۳-۳)مجموعه های تحلیل قابلیت اطمینان..... ٤۷

شکلهای (٤-۱)الی (٤-٦)شکلهای مربوط به حرکت ذرات در الگوریتمPSO..... ٦٤

شکل (۵-۱)سیستم مورد بررسی..... ٦۷

شکل(۵-۲)سیستم مورد بررسی..... ۷۰

شکل(۵-۳)کروموزوم استفاده شده در الگوریتم ژنتیک..... ۷۲

شکل(۵-٤)نمودار همگرایی الگوریتم ژنتیک با ۳تاDGبه منظور کاهش تلفات..... ۷۳

شکل(۵-۵)مکان قرار گیری DGها بمنظور کاهش تلفات با ۳تاDG..... ۷٤

شکل(۵-٦)نمودار همگرایی الگوریتم ژنتیک با ٤تا DGبمنظور کاهش تلفات..... ۷۷

شکل(۵-۷)مکان قرار گیری ٤تا DG بمنظور کاهش تلفات..... ۷۸

شکل(۵-۸)کروموزوم نمونه برای کاهش SAIDI..... ۸۱

شکل(۵-۹)نمودار همگرایی الگوریتم ژنتیک برای یافتن مکان مناسب بمنظور
کاهشSAIDI..... ۸۲

شکل(۵-۱۰) نمودار همگرایی الگوریتم PSO بمنظور کاهش تلفات..... ۸٤
شکل(۵-۱۱)مکان قرارگیری DGها بمنظور کاهشSAIDI..... ۸٦

فهرست جداول

جدول(۱-۱)سطوح ولتاژ استاندارد در فرانسه..... ۲

جدول(۱-۲)نمونه ای از قوانین محدود کننده ظرفیت DG..... ٦

جدول(۱-۳)سهم منابع متفاوت در تولید انرژی الکتریکی در اروپا وآمریکا..... ۸

جدول(۱-٤)بعضی از استاندارد های مربوط به کیفیت توان..... ۲۷

جدول(۵-۱)پروفیل ولتاژ برای حالت بدون DG..... ۷۰

جدول(۵-۲)مکان واندازه DG ها بمنظور کاهش تلفات با ۳تا DG..... ۷٤

جدول(۵-۳)پروفیل ولتاژ برای حالت ۳تا DG..... ۷۵

جدول(۵-٤)مدت زمان خاموشی هر ناحیه با ۳تاDG..... ۷٦

جدول(۵-۵) مکان واندازه DG ها بمنظور کاهش تلفات با ٤تاDG..... ۷۸

جدول(۵-٦) پروفیل ولتاژ برای حالت ٤تاDG..... ۷۹

جدول(۵-۷)مدت زمان خاموشی هر ناحیه با٤تاDG..... ۸۰

جدول(۵-۸)مدت زمان خاموشی هر ناحیه با ٤تا DG بر اساس کاهش SAIDI..... ۸۳

جدول(۵-۹)مکان واندازه DGها بمنظور کاهش تلفات وSAIDI..... ۸۵

جدول(۵-۱۰)پروفیل ولتاژ..... ۸۵

فصل اول:

مقدمه

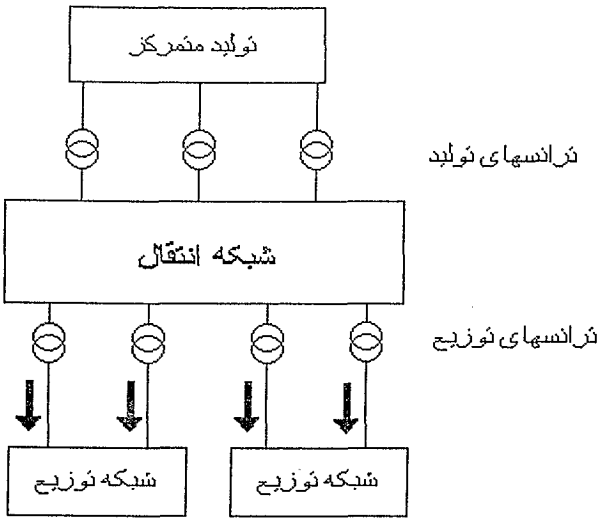
۱-۱) مقدمه

در طی دهه های اخیر با توسعه سیستمهای قدرت، روش رساندن انرژی الکتریکی به مصرف کننده ها به طور کلی به این صورت بوده است که، پس از تولید توان لازم توسط نیروگاهها، ولتاژ از طریق ترانسفورماتورها تا حد مطلوب بالا رفته، سپس انرژی الکتریکی از طریق خطوط طویل تا نزدیکی مصرف کننده ها انتقال داده می شود. آنگاه پس از یک یا چند مرحله کاهش ولتاژ توسط ترانسفورمرها، توان به مصرف کننده می رسد. بنابراین یک سیستم متداول قدرت را می توان شامل سه قسمت تولید، انتقال و توزیع دانست (شکل۱- ۱).

بخش تولید: نیروگاههای تولید برق، شامل ژنراتورهای بزرگ وسایر تجهیزات لازم برای تولید انرژی الکتریکی، ازهر تکنولوژی که باشند (هسته ای، بخار، گازی، آبی و...) ساختار تولید را در سیستم قدرت تشکیل می دهند.

بخش انتقال: با وجود فواصل زیاد بین بخش تولید و مصرف کننده های توان و عدم امکان ذخیره انرژی الکتریکی در مقیاس بزرگ ناگزیر، خطوط طویل انتقال استفاده می شوند. سطح ولتاژ انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاهها، به وسیله ترانسفورماتورها بالا برده می شود. شبکه انتقال، انرژی الکتریکی با سطح ولتاژ بالا را دریافت کرده و به شبکه توزیع و مصرف کننده های بسیار بزرگ که تعدادشان کم است، تحویل می دهد. طول خطوط انتقال بسته به فاصله بین محل تولید تا محل بار متفاوت است و هر چه خطوط، طولانی تر باشند به سطح ولتاژی بالاتر و هادیهایی با مقاومت کمتر برای کاهش تلفات نیازمند است.

بخش توزیع: سیستم توزیع را می توان در دو سطح ولتاژ متوسط و ولتاژ پایین مورد بررسی قرارداد که در سطح فشار متوسط، توان دریافت شده از شبکه انتقال به مصرف کننده های نسبتاً بزرگ داده می‌شود و سیستم توزیع فشار ضعیف، برق را از سطح ولتاژ متوسط گرفته و به مصرف کننده های کوچک و غالباً خانگی تحویل می دهد.



شکل(۱–۱) – آرایش متداول سیستم قدرت

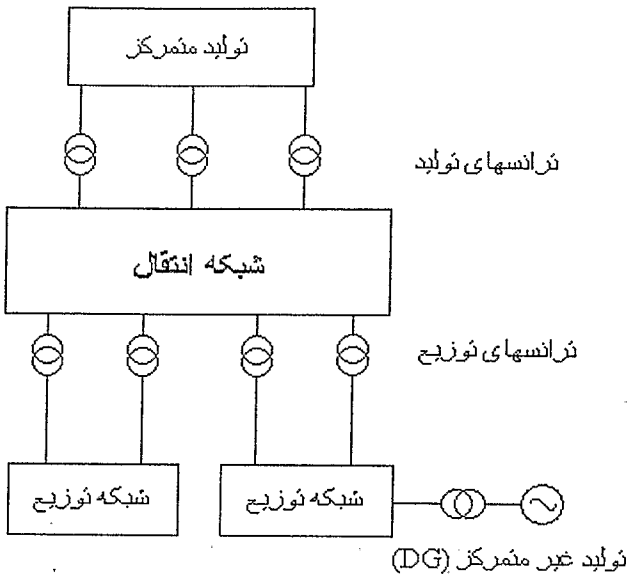
تعریف سطوح ولتاژ در کشورهای مختلف، متفاوت است. در اینجا می توانیم نمونه ای از سطح بندی ولتاژ را که با الهام از سطوح ولتاژ شبکه های انتقال و توزیع کشور فرانسه انجام شده است در جدول (۱–۱) ببینیم [۱].

جدول(۱– ۱)–سطوح ولتاژ استاندارد در فرانسه

	محدوده ولتاژ	سطوح استاندارد ولتاژ
سیستم انتقال	U > ۵۰ kV	۶۳ kV،۹۰ kV ،۲۲۵ kV ،۴۰۰ kV
سیستم توزیع فشار متوسط	kV < U < ۵۰ kV ۱	۱۰ kV ،۱۵ kV ،۲۰ kV ،۳۳kV، ۵/۵kV
سیستم توزیع فشار ضعیف	U < ۱ kV	۲۳۰ V ،۴۰۰ V

آنچه ذکر شد ساختار مرسوم سیستمهای قدرت می باشد که از زمان ظهور شبکه های بزرگ انتقال انرژی الکتریکی تا کنون ادامه داشته است؛ اما در سالهای اخیر همگام با گسترش تولیدات صنعتی و توسعه خصوصی سازی صنعت برق و همچنین افزایش سرمایه گذاری بر روی منابع تولید انرژی تجدید پذیر، تمایل به تولید انرژی الکتریکی در محل مصرف کننده زیاد شده است به گونه ای که امروزه در بسیاری از کشورهای صنعتی نیروگاههایی با ظرفیتهای متفاوت و تکنولوژیهای مختلف به شبکه توزیع متصل شده اند. این اتصال، آرایش جدیدی ازسیستم قدرت

را معرفی می کند که در شکل(۱-۲) شمای کلی آن دیده می شود. در این ساختار بـه واحـدهای تولیدی متصل به سیستم توزیع، تولید توزیع شده یا[1] DG اطلاق می شود.



شکل(۱ -۲)- ساختار جدید سیستم های قدرت پس از پیدایش DG

برای اشاره به این نوع از تولید برق عبارات متفـاوتی بـه کـار رفتـه اسـت کـه «Embedded Generation» یکی از آنها است. «Embedded» درلغت به معنای «جا سازی شده» بوده و EG به این معنا است که تجهیزات تولید درون سیستم توزیع جایگذاری شده است. همچنین از این روش با عنوان «Dispersed Generation» نیز یاد می شود که «Dispersed» به معنای «پراکنـده» بـوده و برای تمایز از روشهای متـداول تولیـد کـه بـه صـورت متمرکـز مـی باشـند، اسـتفاده مـی شـود. «Distributed Generation»، «Distributed Energy Resources» و « Decentralized Generation» از دیگر اصطلاحاتی هستند که برای اشاره به این نوع از تولید مـورد اسـتفاده قـرار گرفته اند. در برخی از گزارشها پیش بینی شده است که تا سال ۲۰۱۰، ۲۵ تا ۳۰ درصـد از تولیـد برق از طریق تولیدات توزیع شده صورت پذیرد[۲]. از این پس در اینجا، اغلب به جای عبـارات «تولید پراکنده» و یا «تولید توزیع شده» از «DG» استفاده می شود.

در این تحقیق ، به تأثیر این واحدها روی پروفیل ولتاژ، تلفات و شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع پرداخته شده است . از آنجایی که بهبود در مسائل یاد شده شدیداً به مکان و ظرفیـت

۱-Distributed Generation

واحدها وابسته است برای جایابی واحدها از الگوریتم ژنتیک و برای ظرفیت یابی واحدها از الگوریتم PSO استفاده کردیم.

۱- ۲) تعاریف DG

با وجود گذشت چندین سال از پیدایش تولید پراکنده و انتشار مقالات متعدد در مورد آن هنوز هیچ تعریف واحدی از DG که مورد توافق همه کشورها و گروههای مرتبط با تولید توزیع شده باشد، وجود ندارد. در همین خصوص نیز گزارشها و مقالاتی منتشر شده است که از میان آنها به مقاله [۲] اشاره می کنیم:

با توجه به موارد زیر، مؤسسات و گروههای مختلف تعاریف متفاوتی از DG دارند:

۱-هدف استفاده از DG

در این مورد، عقیده غالب این است که هدف از DG تأمین یک منبع توان اکتیو می باشد. بر این اساس لزومی ندارد که DG قادر به تأمین توان راکتیو باشد.

۲- محل استقرار DG

بیشتر متخصصین، شبکه توزیع را به عنوان محل استقرار DG درنظر می گیرند، اما بعضی از آنها سمت مصرف کننده (بعد از کنتور) و بعضی حتی شبکه انتقال را در این تعریف می گنجانند. البته ایده اصلی تولید توزیع شده قرار گرفتن نزدیک به بار است؛ خواه در شبکه توزیع و خواه در سمت مصرف کننده باشد.

۳- ظرفیت نامی DG

در غالب مقالات، بیشترین ظرفیت ممکن برای اتصال به شبکه توزیع، برای تعریف ظرفیت نامی DG در نظر گرفته می شود. با توجه به اینکه سطح ولتاژ و ظرفیت هر شبکه توزیع متفاوت می-باشد، دراین مورد نیز تعاریف مختلفی وجود دارد. راهکار پیشنهاد شده برای حل این مشکل طبقه بندی DG به چهار گروه می باشد:

خیلی کوچک (۱وات تا ۵ کیلووات)

کوچک (۵ کیلو وات تا ۵ مگاوات)

متوسط (۵ مگا وات تا ۵۰ مگاوات)

بزرگ (۵۰ مگا وات تا حدود ۳۰۰ مگاوات

٤-منطقه تحویل توان

برخی از مقالات در تعریف DG این نکته را اضافه می کنند که توان تولید شده باید در همان سیستم توزیع مصرف شود اما برخی دیگر اهمیتی برای این موضوع در تعریف قائل نیستند و معتقدند که DG می تواند توان تولید شده را به سیستم انتقال نیز تحویل دهد.

۵-تکنولوژی استفاده شده برای DG

در بسیاری اوقات عبارت DG برای تکنیکهای خاصی از تولید به کار برده می شود مانند سیستمهایی که از منابع تجدید پذیر استفاده می کنند. بر این اساس نیز می توان DG را به دو گروه تقسیم کرد:

- تولید پراکنده با استفاده از منابع تجدید پذیر
- تولید پراکنده با استفاده از منابع تجدید ناپذیر

همچنین بعضی از سازمانها و گروههای مختلف موارد دیگری نظیر اثرات زیست محیطی DG، نوع مالکیت DG و. را در تعاریف خود در نظر می گیرند.

این مقاله در پایان DG را چنین تعریف می کند:

«تولید پراکنده منبعی برای تولید انرژی الکتریکی است که مستقیماً به شبکه توزیع و یا سمت مصرف کننده دارای کنتور برق متصل می شود.»

همانطور که مشاهده می شود این یک تعریف کلی است و از خیلی از محدودیتهایی که در بالا آمد صرفنظر شده است. البته این تعریف تقریباً تمامی مواردی را که تا کنون تحت عنوان DG در نظر گرفته شده اند -به استثنای آنهایی که مستقیماً به سیستم انتقال وصل هستند- شامل می شود.

یکی از روشهای ممکن برای متمایز کردن شبکه توزیع از شبکه انتقال تعریف سطوح ولتاژ معین برای هر کدام از این شبکه ها است که قبلا به یک نمونه از آن اشاره کردیم و نباید فراموش کنیم که کشورهای مختلف در این مورد نیز تعاریف متفاوتی دارند.

باتوجه به تعریفی که در جدول۱-۱ برای سیستم توزیع ارائه شد، بعضی از کشورها قوانینی تصویب کرده اند که حداکثر توان تولیدی DG با سطح ولتاژ شبکه متناسب باشد. به عنوان مثال در فرانسه ظرفیت MW ۱۲، مرز بین شبکه های زیر انتقال و توزیع را تشکیل می دهد به طوری که از ظرفیت kVA ۲۵۰ تا MW ۱۲ به شبکه توزیع ولتاژ متوسط و کمتر از kVA ۲۵۰ به

سطح پایین ولتاژ متصل می شوند هر چند که این مسأله چندان کلی نیست و در بعضی موارد دیده شده که به دلایل اقتصادی کمتر از ۲۵۰ kVA نیز به قسمت ولتاژ متوسط شبکه توزیع اتصال پیدا کرده اند[۱].در ادامه نمونه ای ازقوانین محدود کننده ظرفیتDG که توسط شرکت های برق مورد استفاده قرار می گیرد را نشان می دهیم.

جدول(۱-۲)- نمونه ای از قوانین محدود کننده ظرفیت DG [٤]

محل اتصال	حد اکثر ظرفیت DG
تا سطح ٤۰۰ ولت	۵۰ kVA
در باسبار ٤۰۰ ولت	۲۰۰ -۲۵۰ kVA
تا سطح ۱۱kV یا ۱۱/۵kV ولت	۲ – ۳ MVA
در باسبار ۱۱kV یا ۱۱/۵kV ولت	۸ MVA
در باسبار ۱۵kV یا ۲۰kV ولت	٦/۵ -۱۰ MVA

۱-۳) مقایسه مزایای سیستمهای سنتی و DG

جدول (۱-۳) سهم منابع متفاوت در تولید انرژی الکتریکی بعضی از کشورهای عضو اتحادیه اروپا را نشان می دهد[۱]و[۳] . همانطور که در جدول دیده می شود در میان این کشورها فنلاند و دانمارک بیشترین استفاده را از انرژیهای تجدید پذیر داشته اند.با توجه به این که دو موضوع انرژیهای نو و تولید پراکنده تا حد زیادی به هم وابسته هستند می توان نتیجه گرفت که کشورهای حوزه اروپای شمالی می توانند تجارب خوبی در زمینه تولید غیر متمرکز داشته باشند به همین دلیل پس از بیان مزایای سیستمهای تولید متمرکز و همچنین ذکر مزایای DG و مشکلات و موانع توسعه آن به نظرسنجیهایی که در این خصوص در این کشورها انجام گرفته اشاره می کنیم.

بعضی از مهمترین مزیتها و دلایل استفاده از سیستمهای مرسوم که به صورت تولید متمرکز می باشند عبارتند از [۲] :

۱-واحدهای تولیدی بزرگ معمولاً راندمان بالاتری دارند.

۲-برای تولید مقدار معینی انرژی الکتریکی واحدهای بزرگ به نیروی انسانی کمتری نیاز دارند.

۳-با وجود شبکه های انتقال، ژنراتورهای رزرو مورد نیاز به حداقل می رسند.

٤-در هر لحظه می توانیم با محاسبات پخش بار، بهترین بازده را از طریق تنظیم تولید هر نیروگاه داشته باشیم.

٥-توان فوق العاده زیادی را می توان به فواصل دور با تلفات نسبتاً کم انتقال داد.

٦-شبکه های توزیع به صورت یک جهته طراحی می شوند.

جدول (۱-۳)- سهم منابع متفاوت درتولید انرژی الکتریکی در اروپا و آمریکا تا ۲۰۰۱

کشور	انرژی هسته ای	زغال سنگ، نفت، گازو چوب	برق آبی	انرژیهای تجدید پذیر
بلژیک	۵۵/۲	٤٤/۳	۰/۵	–
دانمارک	–	۸٦/۸	–	۱۳/۲
آلمان	۲۹/۷	٦٤/٦	٤/۱	۱/٦
فنلاند	۳۱/۲	۳۳/۳	۲۲/۰	۱۳/۵
فرانسه	۷۵/۷	۱۰/۸	۱۳/۵	–
یونان	–	۹۰/۹	۸/۹	۰/۲
بریتانیا	۲٦/۸	۷۰/۰	۲/۰	۱/۲
ایرلند	–	۹٤/۷	٤/۸	۰/۵
ایتالیا	–	۷۸/٦	۱۹/۰	۲/٤
لوکزامبورگ	–	۱۳/٤	۸۳/۳	۳/۳
هلند	٤/۱	۹۲/٦	۰/۱	۳/۲
اتریش	–	۳۱/۲	٦۸/۸	–
پرتغال	–	٦٤/۹	۳٤/۸	۰/۳
سوئد	٤۵/۸	٤/۵	٤۷/۸	۱/۹
اسپانیا	۳۰/۱	٤۷/۷	۲۰/۸	۱/٤
۱۵ کشور فوق الذکر	۳٤/۳	۵۰/۲	۱۳/۸	۱/۷
نروژ	–	۰/۷	۹۹/۳	–
سویس	٤۰/۳	۳/۱	۵٦/٦	–
ایالات متحده آمریکا	۸	۸٤	۳/۷	٤/۳ (۳/۸ بایومس)

با وجود مزایایی که برای سیستمهای تولید متمرکز ذکر شد، DG به سرعت درحال گسترش می باشد. عمده دلایلی که برای توسعه DG ذکر شده اند، عبارتند از [۲]، [٤]، [٥] ، [٦] و ... :

۱-کاهش نشر گازهای آلوده کننده محیط (به علت استفاده از نیروگاههای بادی، آبی کوچک (micro-hydro)، خورشیدی، گازهای زیرزمینی، زباله های شهری و...)

۲-بهینه سازی مصرف انرژی

۳-توسعه سیاست رقابتی کردن، مقررات زدایی و خصوصی سازی

٤-تنوع بخشیدن به منابع انرژی

٥-احتیاج کشورها به تولید انرژی الکتریکی با توجه به افزایش تقاضا

٦-دسترسی آسان به واحدهای کوچک تولیدی

۷-راحتی مکان یابی برای ژنراتورهای کوچک

۸-زمان ساخت کوتاه و هزینه های سرمایه گذاری پایین برای واحدهای کوچک

۹-نزدیکی تولید به بار که منجر به کاهش هزینه های انتقال می شود

۱۰-کاهش تلفات و افت ولتاژ

۱۱-افزایش قابلیت اطمینان

۱۲-آزاد سازی ظرفیت خطوط و به تعویق انداختن انباشتگی[۱] خطوط و بهبود وضعیت پیک

۱۳-مزایای اقتصادی و زیست محیطی استفاده از DG به صورت CHP[۲] برای بعضی صنایع که نیاز به انرژی گرمایی دارند.

۱٤-عدم نیاز به احداث تأسیسات زیر بنایی جدید نظیر ساخت راه برای انتقال تجهیزات، نیروی انسانی، سوخت و ... و یا خطوط انتقال جدید.

۱٥-پیچیدگی کمتر و تعمیر و نگهداری آسانتر واحدهای کوچک

۱٦-زمان راه اندازی کوتاه واحدهای کوچک که می توانند در عرض چند دقیقه وارد مدار شوند در حالی که راه اندازی نیروگاههای بزرگ ممکن است چندین ساعت به طول انجامد.

شکل(۱-۳) نتایج یک نظر سنجی در کشورهای اروپای شمالی را نشان می دهد. بر اساس این نظر سنجی حدود ۸۰ درصد سؤال شوندگان راندمان خوب را به عنوان یکی از مزایای DG دانسته اند که البته احتمالاً به علت شیوع استفاده از CHP در بین آنها می باشد. کاهش تلفات

۱-Congestion
۲-Combind Heat and Power