بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی برق

تشخیص جزیره‌ای شدن منابع تولید پراکنده چند اینورتری

پایان‌نامه یا رساله برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق گرایش قدرت

نام دانشجو:

حمید انگوتی

استاد راهنما:

دکتر رضا نوروزیان

دکترابوالفضل جلیلوند

اسفند ماه ۱۳۹۱

دانشکده مهندسی برق

تشخیص جزیره‌ای شدن منابع تولید پراکنده چند اینورتری

پایان‌نامه یا رساله برای دریافت درجه کارشناسی ارشد.

در رشته مهندسی برق گرایش قدرت

نام دانشجو

حمید انگوتی

استاد راهنما:

دکتر رضا نوروزیان

دکترابوالفضل جلیلوند

اسفند ماه ۱۳۹۱

چکیده

امروزه استفاده از واحدهای کوچک تولید انرژی الکتریکی به صورت گسترده در سیستم‌های قدرت به دلیل مزایای مختلف بهره‌برداری، مورد توجه قرار گرفته است کاهش تلفات، بهبود پایداری و افزایش قابلیت اعتماد از جمله مزایای این واحدها می‌باشند. استفاده از منابع تولید پراکنده همانطور که مزایای زیادی دارد مشکلاتی نیز در پی خواهد داشت یکی از عمده مشکلات وجود تولیدات پراکنده پدیده جزیره‌ای می‌باشد. جزیره‌ای شدن به این مفهوم است که یک یا چند تولید پراکنده در غیاب شبکه، بطور مستقل کار انرژی دادن به یک بخشی از سیستم قدرت الکتریکی را ادامه دهد. کارکرد جزیره‌ای امری نامطلوب است و پردازشگرهای توان متصل به شبکه مجاز به عملکرد جزیره‌ای نیستند. منابع تولید پراکنده، مولد توان کوچکی است که امکان حفظ ولتاژ و فرکانس نامی شبکه را ندارد. بنابراین امکان آسیب رسیدن به بارهای موجود شبکه و تولید پراکنده در عملکرد جزیره‌ای وجود دارد. بعلاوه ممکن است شبکه به منظور رسیدگی و تعمیرات مورد نیاز قطع گردد، در این حالت چنانچه تولید پراکنده به کار خود ادامه دهد، برای کارگرانی که انتظار قطع کامل شبکه را دارند ایجاد خطر می‌کند. از سوی دیگر تولید پراکنده متصل به شبکه، همواره فرکانس خود را با فرکانس شبکه همزمان می‌کند اما شبکه خود را با تولید پراکنده همزمان نمی‌کند، بنابراین کارکرد جزیره‌ای تولید پراکنده می‌تواند در بازگشت مجدد شبکه اختلال ایجاد کند. امروزه با افزایش استفاده از منابع تولید پراکنده در سطح شبکه‌های توزیع، احتمال اینکه پس از وقوع حالت جزیره‌ای چند منبع در یک جزیره قرار داشته باشند قابل توجه است به‌همین دلیل تحلیل عملکرد حفاظت‌های ضدجزیره‌ای در حالت جزیره‌ای چند اینورتری از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد.

در این پایان‌نامه ابتدا روشهای حفاظت فرکانسی برای حالت جزیره‌ای تک اینورتری اعمال می‌شود. سپس این روش برای حالت جزیره‌ای چند اینورتری تعمیم داده می‌شود و نتایج حاصله با توجه به استانداردهای موجود بررسی و تجزیه و تحلیل می‌شود. و در نهایت به بحث بهره‌برداری جزیـره‌ای امن پرداخته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تولید پراکنده، جزیره شدن، اینورتر، حفاظت فرکانسی، بهره‌برداری جزیره‌ای

فهرست مطالب

فصل ۱: ۱

مقدمه ۱

مقدمه ۲

فصل ۲: ۲

معرفی سیستم‌های تولید پراکنده (DG) ۲

۲-۱- مقدمه ۳

۲-۲- تعریف تولید پراکنده ۶

۲-۳- اهداف استفاده از تولیدات پراکنده ۸

۲-۴- علل رویکرد به منابع تولید پراکنده ۹

۲-۴-۱- علل رویکرد به منابع تولید پراکنده در ایران ۱۰

۲-۵- مزایای استفاده از تولید پراکنده ۱۱

۲-۵-۱- مزایای اقتصادی DG از دید مشترکین ۱۲

۲-۵-۲- مزایای اقتصادی DG از دید شرکت توزیع الکتریکی ۱۳

۲-۶- معایب استفاده از تولیدات پراکنده ۱۴

۲-۷- موانع و مشکلات توسعه منابع تولید پراکنده در دنیا ۱۵

۲-۷-۱- راهکارایی جهت کاهش موانع ۱۶

۲-۸- اثرات زیست محیطی استفاده از منابع تولید پراکنده ۱۷

۲-۹- نتیجه‌گیری ۲۱

فصل ۳: ۲۲

معرفی پدیده جزیره‌ای و روشهای تشخیص آن ۲۲

۳-۱- مقدمه ۲۳

۳-۲- معرفی پدیده جزیره‌ای شدن ۲۳

۳-۳- اثرات جزیره‌ای شدن ۲۴

۳-۴- روش‌های تشخیص جزیره‌ای شدن ۲۵
۳-۴-۱- روش کنترل از راه دور ۲۷
۳-۴-۲- روش‌های پسیو ۲۸
۳-۴-۳- روش‌های اکتیو ۳۰
۳-۵- نتیجه‌گیری ۳۲

فصل ۴: **۳۳**

شبیه سازی و ارائه روش تشخیص در حالت تک اینورتری **۳۳**
۴-۱- مقدمه ۳٤
۴-۲- الگوریتم پیشنهادی ۳٤
۴-۲-۱- روش انحراف فرکانس فعال ۳٦
۴-۲-۲- روش انحراف فرکانس فعال با فیدبک مثبت ۳۷
۴-۲-۳- روش انحراف فرکانس فعال پالسی ۳۸
۴-۲-۴- ناحیه غیرقابل تشخیص در صفحه $Q_f - f_{res}$ ۳۹
۴-۳- سیستم مورد مطالعه ٤۱
۴-۴- سیستم کنترلی اینورتر تولید پراکنده ٤۳
۴-۵- نتایج شبیه‌سازی ٤٦
۴-۵-۲- نتایج روش انحراف فرکانس فعال ٤۷
۴-۵-۳- نتایج روش انحراف فرکانس فعال با فیدک مثبت ٥٦
۴-۶- نتیجه‌گیری ٦۰

فصل ۵: **٦۱**

شبیه سازی و ارائه روش تشخیص در حالت چند اینورتری **٦۱**
5-1- مقدمه ٦۲
۵-۲- روش ارائه شده در تعیین ناحیه غیرقابل تشخیص در حالت چند اینورتری ٦۲
5-3- نتایج شبیه‌سازی ٦٥
۵-۳-۲- حالت اول ٦٦
۵-۳-۳- حالت دوم ٦۹
۵-۳-۴- حالت سوم ۷۱
۵-۴- نتیجه‌گیری ۷٤

فصل ۶: **۷۵**

بهره‌برداری جزیره‌ای چند اینورتری **۷۵**

۶-۱- مقدمه ۷۶

۶-۲- شرایط نرمال شبکه ۷۷

۶-۲-۱- سیستم کنترلی در حالت متصل به شبکه ۷۷

۶-۲-۲- الگوریتم حفاظتی برای تشخیص لحظه ایجادجزیره ۷۹

۶-۲-۳- سیستم مورد مطالعه در شرایط نرمال ۸۰

۶-۳- شرایط جزیره ای ۸۳

۶-۳-۱- سیتم کنترلی پیشنهادی اول در شرایط بهره‌برداری جزیره‌ای ۸۳

۶-۳-۲- تست سیستم کنترلی پیشنهادی اول در بهره‌برداری جزیره‌ای ۸۴

۶-۳-۳- سیتم کنترلی پیشنهادی دوم در شرایط بهره‌برداری جزیره‌ای ۸۹

۶-۳-۴- بهینه سازی سیستم کنترلی ۹۰

۶-۳-۵- تست سیستم کنترلی پیشنهادی دوم در بهره‌برداری جزیره‌ای ۹۵

۶-۴- نتیجه گیری ۹۹

فصل ۷: **۱۰۰**

نتیجه‌گیری و پیشنهادات **۱۰۰**

۷-۱- نتیجه گیری ۱۰۱

۷-۲- پیشنهادات ۱۰۲

مراجع **۱۰۳**

پیوست‌ها **۳**

فهرست اشکال

شکل (٤-١) : شکل موج ولتاژ شبکه و جریان خروجی پردازشگر توان ٣٦
شکل (٤-٢) تغییرات ضریب برش در طول زمان در روش انحراف فرکانس فعال پالسی ٣٩
شکل (٤-٣) ناحیه غیرقابل تشخیص روش انحراف فرکانس فعال با فیدبک مثبت..... ٤٠
شکل (٤-٤) حالت‌های جزیره‌ای تک اینورتری که ممکن است با باز شدن کلیدها رخ دهد ٤٢
شکل (٤-٥) : سیستم مدل شده شامل تولید پراکنده، شبکه سراسری و بار..... ٤٢
شکل (٤-٦) بلوک کنترلی اینورتر تولید پراکنده ٤٥
شکل (٤-٧) ناحیه غیرقابل تشخیص برای ضریب برشهای Cf0 = 0.01, 0.02, 0.03, 0.04..... ٤٨
شکل (٤-٨) فرکانس بار جزیره برای ضریب برشهای متفاوت..... ٤٩
شکل (٤-٩) ناحیه غیرقابل تشخیص برای ضریب برشهای Cf0 =- 0.01,- 0.02, -0.03, -0.04..... ٤٩
شکل (٤-١٠(فرکانس بار جزیره برای ضریب برشهای متفاوت..... ٥٠
شکل (٤-١١) ناحیه غیرقابل تشخیص برای ضریب برشهای Cf0 = 0.02, 0.03, 0.04, 0.05..... ٥١
شکل (٤-١٢) فرکانس بار جزیره٢ برای ضریب برشهای مثبت ٥٢
شکل (٤-١٣) ناحیه غیرقابل تشخیص برای ضریب برشهای Cf0 =- 0.02, -0.03,- 0.04, -0.05... ٥٢
شکل (٤-١٤) فرکانس بار جزیره٢ برای ضریب برشهای منفی..... ٥٣
شکل (٤-١٥) ناحیه غیرقابل تشخیص برای ضریب برشهای Cf0 = 0.04, 0.05, 0.06, 0.07..... ٥٤
شکل (٤-١٦) فرکانس بار جزیره٣ برای ضریب برشهای مثبت ٥٤
شکل (٤-١٧) ناحیه غیرقابل تشخیص برای ضریب برشهای Cf0 = -0.04,- 0.05, -0.06, -0.07... ٥٥
شکل (٤-١٨) فرکانس بار جزیره٣ برای ضریب برشهای منفی..... ٥٥
شکل (٤-١٩) ناحیه غیرقابل تشخیص برای روش AFDPF با $C_{f0} = 0$ ، K_{drift} متفاوت ٥٦
شکل (٤-٢٠) ناحیه غیر قابل تشخیص را برای $K_{drift} = 0 , 0.01$ و $C_{f0} = 0.03 , -0.03$..... ٥٧
شکل (٤-٢١) فرکانس بار جزیره١ برای $K_{drift} = 0 , 0.01$ و $C_{f0} = 0.03 , -0.03$..... ٥٧
شکل (٤-٢٢) ناحیه غیر قابل تشخیص را برای Kdrift = 0.01 و Cf0 = 0.04,-0.04..... ٥٨
شکل (٤-٢٣) فرکانس بار جزیره2 برای $K_{drift} = 0 , 0.01$ و $C_{f0} = 0.04 , -0.04$..... ٥٨
شکل (٤-٢٤) ناحیه غیر قابل تشخیص را برای $K_{drift} = 0.02$ و $C_{f0} = 0.06,-0.06$..... ٥٩
شکل (٤-٢٥) فرکانس بار جزیره3 برای $K_{drift} = 0 , 0.02$ و $C_{f0} = 0.06 , -0.06$..... ٥٩
شکل (٥-١) مدل اینورترهای موجود در جزیره به همراه شبکه اصلی ٦٣
شکل (٥-٢) نمایش فازوری ولتاژ شبکه و جریان اینورترها..... ٦٤

شکل (۵-۳) ناحیه غیر قابل تشخیص برای دو حالت مختلف ارسال توان ٦٥
شکل (۵-٤) شبکه توزیع مورد مطالعه ٦٦
شکل (۵-۵) ناحیه غیرقابل تشخیص برای حالت ضریب برشهای هم‌علامت..... ٦٨
شکل (۵-٦) ناحیه غیرقابل تشخیص برای حالت ضریب برشهای غیر هم‌علامت ٦٨
شکل (۵-۷) فرکانس جزیره برای حالتهای مختلف ضریب برش ٦٩
شکل (۵-۸) ناحیه غیرقابل تشخیص برای حالت ضریب برشهای هم‌علامت..... ۷۰
شکل (۵-۹) ناحیه غیرقابل تشخیص برای حالت ضریب برشهای غیرهم‌علامت ۷۰
شکل (۵-۱۰) فرکانس جزیره برای حالتهای مختلف ضریب برش..... ۷۱
شکل (۵-۱۱) ناحیه غیر قابل تششخیص برای حالتی که هر سه ضریب برش هم علامت هستند..... ۷۲
شکل (۵-۱۲) ناحیه غیر قابل تششخیص برای حالتی که اینورتر ۱و۲ هم علامت و ۳ غیر هم علامت باشد..... ۷۲
شکل (۵-۱۳) ناحیه غیر قابل تششخیص برای حالتی که اینورتر ۱و۳ هم علامت و ۲ غیر هم علامت باشد..... ۷۳
شکل (۵-۱٤) ناحیه غیر قابل تششخیص برای حالتی که اینورتر ۲و۳ هم علامت و ۱ غیر هم علامت باشد..... ۷۳
شکل (۵-۱۵) فرکانس جزیره در حالت تشکیل جزیره متشکل از سه تولید پراکنده با ضریب برشهای متفاوت ۷٤
شکل (٦-۱) سیستم کنترلی در حالت نرمال..... ۷۸
شکل (٦-۲) سیستم حفاظتی و تشخیص حالت جزیره‌ای با استفاده از روش ترکیب رلههای ROCOF و OVP / UVP ، OFP / UFP..... ۸۰
شکل (٦-۳) تغییرات بار و تغییرات ایجاد شده در ولتاژ و فرکانس شبکه ۸۱
شکل (٦-٤) سهم هر یک از تولیدات پراکنده در تامین بار جزیره..... ۸۲
شکل (٦-۵) توان اکتیو و راکتیو که شبکه تامین میکند ۸۳
شکل (٦-٦) سیتم کنترلی پیشنهادی اول در شرایط بهرهبرداری جزیره‌ای..... ۸٤
شکل (٦-۷) تغییر سیستم حفاظتی از حالت نرمال به بهرهبرداری جزیره‌ای و ارسال سیگنال ISW برای تغییر سیستم کنترلی..... ۸۵
شکل (٦-۸(تغییر وضعیت سیستم کنترلی با سیگنال ISW..... ۸٦
شکل (٦-۹) ثابت نگه داشتن فرکانس سیگنال مدولاسیون در بهرهبرداری جزیره‌ای..... ۸٦

شکل (٦-١٠) شرایط شبکه در هنگام قطع و بازگشت مجدد آن ٨٧
شکل (٦-١١) ارزیابی ولتاژ و فرکانس شبکه در زمان بهره‌برداری جزیره‌ای ٨٨
شکل (٦-١٢) ارزیابی بار جزیره در حالت بهره‌برداری جزیرهای..... ٨٨
شکل (٦-١٣) سیتم کنترلی پیشنهادی اول در شرایط بهره‌برداری جزیره‌ای ٨٩
شکل (٦-١٤) شمای کلی الگوریتم رقابت استعماری ٩١
شکل (٦-١٥) حرکت مستعمرات به سمت امپریالیست (سیاست جذب)..... ٩١
شکل (٦-١٦) شمای کلی رقابت استعماری ٩٢
شکل (٦-١٧) اجزای اجتماعی سیاسی تشکیل دهنده یک کشور ٩٣
شکل (٦-١٨) تغییر وضعیت سیتم کنترلی در سیستم کنترلی پیشنهادی دوم..... ٩٦
شکل (٦-١٩) فرکانس و ولتاژ شبکه در شرایط جزیره‌ای ٩٧
شکل (٦-٢٠) شرایط بار در زمان بهره‌برداری جزیره‌ای..... ٩٧
شکل (٦-٢١) توان ارسالی تولیدات پراکنده در بهره‌برداری جزیره‌ای ٩٨

فهرست جداول

جدول (۲-۱) تعاریف منابع تولید پراکنده در کشورهای مختلف جهان..... ۷
جدول (۲-۲) سهم DGها از تولید برق در جهان ۸
جدول (۲-۳) درصد گازهای متصاعد شده از دفن زباله‌ها ۱۸
جدول (۲-٤) غلظت گازهای خروجی از دودکش نیروگاه‌ها ۱۹
جدول (۲-۵) کشورهای استفاده کننده از منابع تولید پراکنده و سیاست مربوط به کاربرد آن..... ۲۰
جدول (٤-۱) پارامترهای سیستم، تولید پراکنده و بار..... ٤٦

فصل ۱:
مقدمه

مقدمه

امروزه، شبکه‌های برق به تولیدات پراکنده‌ای[1] مانند انرژی خورشیدی، نیروگاه بادی، پیل‌های سوختی، میکروتوربین‌ها و ژنراتورهای احتراق داخلی به عنوان یک راه حل بهتر برای حل مشکلات اقتصادی مربوط به رشد قیمت‌های انرژی و هزینه ساخت نیروگاه‌ها نگاه می‌کنند[۱].

بیشتر تولیدات پراکنده به‌صورت موازی با شبکه کار می‌کنند و دارای مزایای متعددی از جمله بهبود کیفیت توان، پیک‌زدایی و حذف مولدهای اضطراری می‌باشند. اما همانطوریکه تولیدات پراکنده دارای مزایای زیادی می‌باشند، دارای معایبی نظیر تداخل در سیستم‌های حفاظتی، مشکلات کنترل ولتاژ و ایجاد جزیره توان می‌باشند.

کارکردن تولیدات پراکنده به تنهایی و به صورت یک شبکه مستقل به همراه تعدادی بار، به عنوان پدیده جزیره‌ای[2] شدن نامیده می‌شود. جزیره‌ای کارکردن تولیدات پراکنده باعث بروز مشکلاتی از جمله به مخاطره انداختن ایمنی پرسنل، کاهش کیفیت توان، آسیب‌های جدی به ژنراتورهای تولید پراکنده خواهد شد. بنابراین در طی جدا شدن شبکه و ایجاد جزیره توان، لازم است تولیدات پراکنده که در این جزیره قرار می‌گیرند هر چه سریعتر پدیده جزیره‌ای شدن را تشخیص داده و فرمان قطع را به کلید قدرت صادر کنند.

با افزایش استفاده از منابع تولید پراکنده در سطح شبکه‌های توزیع، احتمال اینکه پس از وقوع حالت جزیره‌ای چند منبع در یک جزیره قرار داشته باشند قابل توجه می‌باشد. بنابراین ارائه

---

[1] Distributed Generation
[2] Islanding

روش‌های حفاظت جزیره‌ای در حالت چند اینورتری اهمیت بسزایی می‌یابد.

برای تشخیص پدیده جزیره‌ای شدن بطور کلی دو روش محلی[۱] و کنترل از راه دور[۲] وجود دارد و روشهای تشخیص محلی نیز به دو دسته اکتیو[۳] و پسیو[۴] تقسیم می‌شوند[۲].

روش پسیو که به دلیل سادگی در پیاده سازی کاربرد زیادی دارد تنها با اندازه‌گیری پارامترهای سیستم و مقایسه حدود بالایی و پایینی پارامترها، حالت جزیره‌ای را تشخیص می‌دهد. از پر کاربردترین آنها می‌توان به حفاظت‌های ولتاژی[۵] و حفاظت‌های فرکانسی[۶] و تشخیص پرش فاز[۷] اشاره کرد. مقادیر آستانه بالایی و پایینی منظور شده در حفاظت‌های ولتاژی و فرکانسی، برای جلوگیری از وقوع وقفه در سیستم به ازای اختشاشات معمول شبکه می‌باشد و متاسفانه به ازای بارهای نزدیک توان خروجی DG مقدار فرکانس یا ولتاژ از مقادیر آستانه تجاوز نکرده و حالت جزیره‌ای قابل تشخیص نمی‌باشد. بنابراین روشهای پسیو دارای ناحیه غیرقابل تشخیص[۸] بزرگی می‌باشد[۳]، [۴].

روشهای اکتیو با تزریق یک اعوجاج عمدی به شبکه و مانیتورینگ پاسخ شبکه به این اعوجاج، قادر به تشخیص حالت جزیره‌ای می‌باشد. این روشها دارای ناحیه غیرقابل تشخیص کوچکتری نسبت به روشهای پسیو می‌باشند ولی از طرفی باعث کاهش کیفیت توان سیستم می‌شوند[۵].

همچنین روش کنترل از راه دور، دارای ناحیه غیرقابل تشخیص بسیار پایین هستند. از معایب این

---

[1] Local
[2] Remote
[3] Active
[4] Passive
[5] Over / Under Voltage Protection
[6] Over / Under Frequency Protection
[7] Phase Jump Detection
[8] Non-Detection Zone (NDZ)

روش، هزینه بالا نسبت به روشهای دیگر است.

در این پروژه سعی بر آن شده است که روشی پیشنهاد شود که ناحیه غیرقابل تشخیص کمتری نسبت به روش‌های دیگر داشته باشد و در کمترین زمان بتواند سیگنال قطع را ارسال کند و هم قابل تعمیم به حالت چند اینورتری باشد. کلیه شبیه‌سازیهای انجام شده در محیط MATLAB / Simulink می‌باشد.

در ادامه در فصل دوم به بررسی تولیدات پراکنده، مزایا و معایب آنها پرداخته می‌شود. در فصل سوم به بررسی پدیده جزیره‌ای و مشکلات ناش از آن پرداخت خواهد شد. و سپس روشهای تشخیص آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در فصل چهارم روش پیشنهادی روی شبکه نمونه اعمال می‌شود و نتایج حاصله بر روی جزیره‌ای تک اینورتری بررسی می‌شود. در فصل پنجم روش پیشنهادی به حالت چند اینورتری تعمیم داده شده و بر روی شبکه نمونه اعمال می‌گردد. در فصل ششم به مساله بهره‌برداری جزیره‌ای و روشهای ثابت نگه داشتن ولتاژ و فرکانس جزیره در حالت بهره برداری جزیره‌ای و بازگشت مجدد شبکه پرداخته می‌شود. در فصل هفتم نتیجه‌گیری و پیشنهادات و مراجع به کار رفته در پایان‌نامه ارائه می‌شود.

فصل ۲:

معرفی سیستم‌های تولید پراکنده (DG)

۲-۱- مقدمه

در سیستم‌های بهم پیوسته برق، با توجه به ترازهای اقتصادی[1] ، تولید انرژی الکتریکی بصورت مرکزی و توسط نیروگاه‌های بزرگ صورت می‌گیرد. در سال‌های اولیه پیدایش سیستم‌های بهم پیوسته، معمولاً سیستم با رشد سالانه حدود ۶ الی ۷ درصدی در مصرف انرژی الکتریکی مواجه بود. در دهه ۱۹۷۰ مباحثی از قبیل بحران نفتی و مسائل زیست‌محیطی مشکلات جدیدی را برای صنعت برق مطرح نمودند، به‌گونه‌ای که در دهه ۱۹۸۰ این فاکتورها و تغییرات اقتصادی، منجر به کاهش رشد بار به حدود ۱/۶ الی ۳ درصد در سال شدند. در همین زمان هزینه انتقال و توزیع انرژی الکتریکی نیز به طرز قابل توجهی افزایش یافت. لذا تولید مرکزی توسط نیروگاه‌های بزرگ، اغلب به دلیل کاهش رشد بار، افزایش هزینه انتقال و توزیع، حاد شدن مسائل زیست محیطی و تغییرات تکنولوژیکی و قانون‌گذاری‌های مختلف غیر عملی شدند.

در دهه‌های اخیر، تجدید ساختار صنعت برق و همچنین خصوصی‌سازی این صنعت، مطرح و در برخی کشورها اعمال گشته است. طی این مدت، به خاطر بالا بردن بازده بهره‌برداری و تشویق سرمایه‌گذاران، صنعت برق دستخوش تغییرات اساسی از لحاظ مدیریت و مالکیت گردیده است، به طوریکه برای ایجاد فضای رقابتی مناسب، بخش‌های مختلف آن از جمله تولید، انتقال و توزیع از هم مستقل گردیده‌اند. در محیط تجدید ساختار یافته صنعت برق، متقاعد نمودن بازیگران بازار به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های چندین میلیارد دلاری تولید و انتقال توان آسان نیست.

این تغییر و تحولات از یک طرف و همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، عواملی همچون آلودگی محیط‌زیست، مشکلات احداث خطوط انتقال جدید و پیشرفت فناوری در زمینه اقتصادی نمودن

1 Economies of Scale

ساخت واحدهای تولیدی در مقیاس کوچک در مقایسه با واحدهای تولیدی بزرگ از طرف دیگر، باعث افزایش استفاده از واحدهای تولیدی کوچک تحت عنوان "تولیدات پراکنده" (DG) که به طور عمده به شبکه‌های توزیع متصل شده و نیازی به خطوط انتقال ندارند، گردیده است [۱۱].

اکثر تکنولوژی‌های تولید پراکنده در جنبه های متعدد مانند عملکرد، اندازه و قابلیت گسترش، انعطاف پذیر هستند. ضمن اینکه استفاده از تولید پراکنده باعث یک عکس‌العمل قابل انعطاف به مقداردهی قیمت برق می گردد.

شبکه‌های توزیع معمولاً به صورت شعاعی طراحی می‌شوند که هیچ ژنراتوری در سمت بار وجود ندارد. بنابراین وجود ژنراتور در شبکه توزیع روی توان جاری شده و شرایط ولتاژ بار و تجهیزات شبکه الکتریکی تأثیر می گذارد و این می‌تواند روی پارامترهای عملکردی سیستم، تأثیر مثبت یا منفی داشته باشد [۱۱].

انرژی الکتریکی تولیدی توسط تولیدات پراکنده در اکثر کشورهای پیشرفته، تحول عظیمی در سیستم‌های تولید و انتقال انرژی بوجود آورده که تمام نیازها و مزایای پایه تولید و انتقال در موارد فنی، آکادمیک و بازرگانی را برآورده می‌کند.

تولید پراکنده انرژی اصطلاح جدیدی نیست. از آغازین روزهایی که بشر برای رفع نیاز خود، به انواع مختلف انرژی نیاز داشت، تولید پراکنده شکل گرفته است، چرا که این انرژی عملاً در نزدیکی محل مصرف آن تولید می‌شود. تولیدات پراکنده به صورت محلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به این‌که این تولیدات نزدیک به مراکز مصرف می‌باشند، نیازی به انتقال انرژی الکتریکی خروجی آن‌ها در مسافت‌های طولانی وجود ندارد. هرچه مصرف‌کننده به تولیدکننده نزدیک‌تر باشد، هزینه تأمین انرژی الکتریکی نیز کاهش خواهد یافت.

این مباحث و مسائل باعث شده است که تولید پراکنده به عنوان یک انتخاب مناسب جهت تولید و پاسخگویی به افزایش تقاضای مصرف مطرح گردد.

تحقیقات انجام شده توسط مراکز تحقیقاتی همچون EPRI بیانگر استفاده بیش از ۲۵ درصد انرژی الکتریکی تولیدی توسط تولیدات پراکنده تا سال ۲۰۱۰ می باشد. همچنین این رقم طبق تحقیقات NGF تا ۳۰ درصد نیز پیش‌بینی شده است [۱۳].

در آمریکا و اروپا تولید پراکنده به یک راه‌حل ممکن فنی و مالی، برای مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان تبدیل شده و اعتبار و اطمینان تهیه برق را بسیار بهبود بخشیده است. در اکثر کشورها، DG حدود ۱۰ درصد ظرفیت نصب شده تولید را تشکیل می‌دهد، اما در کشورهایی نظیر هلند و دانمارک این روش بیش از ۳۰ تا ۴۰ درصد ظرفیت نصب شده را شامل می‌شود. در برخی کشورها نیز مانند استرالیا، پیش‌بینی می‌گردد تا سال ۲۰۱۰ حدود ۷۸ درصد برق این کشور بر اساس انرژی تولیدی توسط این سیستم نوین باشد [۱۴].

در کشورهای در حال توسعه، جمعیت قابل ملاحظه‌ای به انرژی الکتریکی دسترسی ندارند. بهره‌گیری از تولیدات پراکنده امکانی را برای افزایش سریع کیفیت زندگی این افراد فراهم می‌سازد. در کشورهای در حال توسعه و یا روستاها، هزینه افزایش توسعه خطوط انتقال و توزیع، با توجه به پراکندگی بار، بسیار زیاد است. یکی از نمونه‌های بارز بهره‌گیری از تولیدات پراکنده در کشورهای در حال توسعه، آفریقای جنوبی می‌باشد. تقریباً ۲۰ درصد جمعیت روستایی افریقای جنوبی، امیدی به دسترسی به شبکه برق تا ۲۰ سال آینده ندارند. دولت افریقای جنوبی اهمیت تولید پراکنده را دریافت و طرح برق رسانی به ۲۰۰۰ کلنیک و ۱۶۸۰۰ مدرسه با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های تولید پراکنده را تصویب نمود. در کشورهای دیگر نیز طرح‌های مشابه توسط ارگان‌های دولتی و غیر دولتی در حال پیگیری است. دولت هند طرح برق‌رسانی به ۱۰۰۰۰۰