



دانشگاه زنجان

پایان نامه کارشناسی

مهندسی برق - قدرت

## بررسی مشخصات ونحوه ی عملکرد

## جزیره ای شدن منابع تولید پراکنده در سیستم توزیع

مصطفی کتابی عنبران

استاد راهنما

دکتر رضا نوروزیان

شهریور 91

## چکیده

تقاضای روزافزون برای انرژی الکتریکی در سرتا سر دنیا و غیر اقتصادی بودن توسعه نیروگاه های متمرکز، صنعت تجدید ساختار شده ی امروزی برق را به سمت استفاده از نیروگاه های غیر متمرکز و پراکنده در سطح شبکه های توزیع و فوق توزیع، سوق داده است. ظرفیت این نیروگاه ها معمولاً پایین است و به علت نزدیک شدن تولید به مصرف مزایای بسیاری را می توان برای آنها برشمرد.

تولید پراکنده یا DG نامی است که در اکثر کشورها بر این تولید کننده های توان نهاده اند. آنها در کنار مزایای متعددی که دارند مشکلاتی را نیز در شبکه توزیع به بار می آورند. بزرگترین مشکلات پیش روی آنها مشکلات حفاظتی می باشد که بزرگترین مشکل حفاظتی نیز پدیده ی جزیره ای شدن این منابع تولید انرژی است.

پدیده ی جزیره ای شدن به مفهوم آن است که یک یا چند تولید پراکنده به همراه بخشی از بارهای شبکه، از شبکه بالا دست جدا شده و به طور مستقل به کار خود ادامه دهند. با توجه به استانداردهای شناخته شده در این زمینه مانند IEEE 1547، لازم است که این پدیده در اسرع وقت شناسایی و تولید پراکنده از شبکه جدا گردد.

تاکنون روشهای مختلفی برای شناسایی این پدیده در هنگام تشکیل جزیره ها پیشنهاد شده اند که هر کدام از آنها مزایا و معایبی نسبت به یکدیگر دارند. در این پایان نامه یکی از روشهای محلی پسیو بنام روش ROCOF مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج آن با استفاده از مدل سازی سیستم در سیمولینک متلب ثبت گردیده است.

کلمات کلیدی: منابع تولید پراکنده، جزیره ای شدن، حفاظت ضد جزیره ای، ROCOF

## فهرست مطالب

### چکیده ..... ح

### 1- مقدمه ..... 13

۱-۱- آشنایی با تولیدات پراکنده ..... ۱۳

۲-۱- تعاریف منابع تولید پراکنده و ویژگی های مشترک آنها ..... ۱۴

۳-۱- تکنولوژی های مورد استفاده برای تولیدات پراکنده ..... ۱۶

۴-۱- اهداف بکارگیری منابع تولید پراکنده و روشهای استفاده از آن ..... ۱۷

۵-۱- روشهای استفاده از منابع تولید پراکنده : ..... ۱۸

۶-۱- مواردی که برای جابجایی و نصب تولیدات پراکنده باید مورد توجه قرار داد ..... ۱۹

۷-۱- مزایای بلقوه استفاده از منابع تولید پراکنده ..... ۲۱

۸-۱- دیگر مزایای تولیدات پراکنده : ..... ۲۱

۹-۱- مشکلات و موانع پیش روی تولیدات پراکنده ..... ۲۴

۹-۱-۱- مشکلاتی که استفاده از DG در حفاظت شبکه ایجاد می کند ..... ۲۵

۹-۱-۲- مشکلاتی که استفاده از DG ها در کیفیت توان و قابلیت اطمینان شبکه ایجاد می کند ..... ۲۶

۹-۱-۳- سایر مشکلاتی که استفاده از DG ها در شبکه ایجاد می کنند ..... ۲۷

### 2- فصل دوم ..... 29

۱-۲- مروری بر پدیده ی جزیره ای شدن منابع تولید پراکنده ..... ۲۹

۲-۲- معرفی پدیده ای جزیره ای شدن ..... ۳۰

۳-۲- اثرات نامطلوب جزیره ای شدن منابع تولید پراکنده ..... ۳۲

۴-۲- نوع مبدل توان منابع تولید پراکنده (استاتیکی یا گردان) و تأثیر آن بر نوع حفاظت ضد جزیره

ای ..... ۳۴

۵-۲- روشهای تشخیص جزیره ای شدن (طرحهای حفاظت ضد جزیره ای) ..... ۳۷

۵-۲-۱- روشهای تشخیص محلی ..... ۳۹

۵-۲-۲- روشهای تشخیص از راه دور ..... ۴۳

۶-۲- بهره برداری جزیره ای از منابع تولید پراکنده ..... ۴۴

### 3- فصل سوم ..... 47

۱-۳- شبیه سازی ..... ۴۷

۲-۳- استاندارد های تشخیص جزیره ای و تکنیک های تست ..... ۴۸

۳-۳- تشخیص شرایط جزیره ای به روش بررسی نرخ تغییرات فرکانس (ROCOF) ..... ۴۹

۴-۳- شبیه سازی به منظور بررسی رفتار DG مبتنی بر ژنراتور سنکرون در شرایط جزیره ای ..... ۵۲

۱-۴-۳- مراحل اجرای الگوریتم حفاظتی توسط رله ی ROCOF ..... ۵۳

۲-۴-۳- نتایج شبیه سازی روی سیستم مورد مطالعه ..... ۵۴

### 4- فصل چهارم ..... 65

۱-۴- نتیجه گیری و پیشنهادات ..... ۶۵

۲-۴- پیشنهادات ..... ۶۵

## فهرست شکل‌ها

31	شکل 1-3-9-1: جزیره ای شدن
49	شکل 1-2-5-2: roc of
50	شکل 2-2-5-2: بلوک دیاگرام رله roc of
53	شکل 1-2-5-2: نیسیستم مورد مطالعه
55	شکل 1-2-4-3: roc of1
55	شکل 2-2-4-3: roc of2
56	شکل 3-2-4-3: roc of3
56	شکل roc of44-2-4-3
57	شکل roc of 5 : 5-2-4-3
58	شکل roc of6 : 6-2-4-3
59	شکل roc of 7 : 7-2-4-3
59	شکل roc of8 : 8-2-4-3
60	شکل roc of9 : 9-2-4-3
60	شکل roc of 10 : 10-2-4-3
61	شکل roc of11 : 11-2-4-3
62	شکل roc of12 : 12-2-4-3
63	شکل roc of13 : 13-2-4-3
63	شکل roc of 14: 14-2-4-3



# پایان نامه کارشناسی

## 1-1- آشنایی با تولیدات پراکنده

در دنیای امروز موضوع تأمین توان مصرفی اهمیت والایی دارد. در این میان استفاده از انرژی

الکتریکی به عنوان یک منبع انرژی پاک که به راحتی قابل تولید و انتقال می باشد مورد توجه بوده

است. در بدو استفاده از این انرژی دیزل ژنراتورها و تأسیسات مشابه به صورت مجزا نسبت به

تأمین توان اقدام می نمودند ولی با افزایش توان مصرف کننده ها و لزوم استاندارد سازی مقادیری

از قبیل ولتاژ و فرکانس و همچنین بحث های پایداری سیستم، گرایش به سمت ساخت نیروگاه

های بزرگ و احداث شبکه های انتقال قدرت وسیع ایجاد کرد که از مزایای آن ولتاژ و فرکانس

نسبتاً ثابت و توان بالای قابل تحویل بود اما به دلیل افزایش روز افزون مصرف کننده های صنعتی،

کشاورزی و خانگی مشکلات زیادی در بخشهای تولید انتقال و توزیع ایجاد شد از قبیل بالا بودن

تلفات و کم بودن قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع و فوق توزیع، افزایش آلاینده های زیست

محیطی ناشی از استفاده ی سوخت های فسیلی و پایان پذیر بودن آنها، بالا بودن هزینه انتقال

انرژی الکتریکی و محدود بودن منابع تأمین کننده ی نیروی محرکه ی نیروگاه های بزرگ و...

با افزایش این تقاضای روز افزون برای مصرف انرژی الکتریکی در سراسر دنیا و با توجه به

تجدید ساختار صنعت برق و حرکت آن به سمت افزایش رقابت و خصوصی سازی و همچنین

افزایش توجهات به مسئله آلاینده های زیست محیطی و نیز نیاز به بهبود و توسعه و هوشمند سازی سیستم قدرت، فرصت هایی برای رشد و پیشرفت تکنولوژی های تولید انرژی الکتریکی مانند سلولهای خورشیدی، پیل های سوختی، سلولهای فتو ولتائیک، میکروتوربین ها و توربین های بادی و.... فراهم آورد و با پیشرفت همزمان الکترونیک صنعتی از یک سو و از سوی دیگر تقاضای مصرف کنندگان برای کیفیت توان بهتر و قابلیت اطمینان بالاتر باعث شده صنعت برق به سمت استفاده از تولیدات پراکنده کشیده شود.

## 1-2- تعاریف منابع تولید پراکنده و ویژگی های مشترک آنها

تولید پراکنده عضو جدید خانواده ی تولید انرژی الکتریکی است ولی تاکنون تعریف واحد و کاملی برای آن ارائه شده است اما کشورها و صنایع برق استاندارد هایی را تعریف کرده اند و براساس آن به دسته بندی این تولیدات انرژی می پردازند. به عنوان مثال یکی از این تعاریف به شرح زیر است:

تولید پراکنده عبارت است از هر نوع تکنولوژی ای جهت تولید توان الکتریکی با ابعاد کوچک که در محل مصرف یا در نزدیکی محل مصرف انرژی لازم را فراهم می کند. در مراجع تولید پراکنده به اصطلاحات زیر اطلاق می شود که به اختصار DG نامیده می شود.

(distributed Generation, distributed resource, dispersed Generation, decentralized Generation, embedded Generation; .....)

به عنوان تعریفی دیگر طبق استاندارد IEEE STD 1547- 2003 [1 و 2] تولید پراکنده (DG) یک تکنولوژی تولید انرژی الکتریکی می باشد که به اندازه ی کافی از نیروگاههای



برق کوچکتر و قادر به نصب در محل مصرف می باشد و از طریق نقطه ی اتصال مشترک (PCC<sup>1</sup>) به سیستم قدرت متصل می شود.

با وجود تعاریف متنوع، تولیدات پراکنده ویژگی های مشترک بسیاری دارند از جمله :

- میزان تولید توان این واحدها در مقایسه با نیروگاههای بزرگ معمولاً بسیار کوچکتر می باشد.
- معمولاً متعلق به بخش خصوصی می باشند.
- در اغلب موارد DG ها به صورت متمرکز توسط مراکز دیسپاچینگ کنترل نمی شوند.
- معمولاً به شبکه های توزیع و فوق توزیع متصل می باشند.
- اغلب نقشی در کنترل ولتاژ و فرکانس شبکه ندارند.
- در طراحی اولیه شبکه معمولاً در نظر گرفته نمی شوند. [3]

با تمام اینها پیش بینی می شود تا سال 2010، 25 الی 30 درصد از تولید برق دنیا به

DG ها اختصاص خواهد یافت.

### 3-1) دسته بندی های مختلف منابع تولید پراکنده

DG ها از لحاظ ظرفیت به چهار گروه تقسیم می شوند :

- خیلی کوچک (micro) (از 1 وات تا 5 کیلو وات )
- کوچک (small) (از 5 کیلو وات تا 5 مگا وات )
- متوسط (medium) (از 5 مگا وات تا 50 مگا وات )
- بزرگ (large) (از 50 مگا وات تا حدود 300 مگا وات )

که با توجه به استاندارد کشورها این DG ها می توانند به شبکه های توزیع، فوق توزیع یا

حتی انتقال متصل شوند. [10]

DG ها از لحاظ استفاده از منابع به دو دسته تقسیم می شوند. [10]

Point of Common Coupling - 1

• DG های استفاده کننده از منابع تجدید پذیر

• DG های استفاده کننده از منابع تجدید ناپذیر

• DG ها از لحاظ نوع مبدل قدرت استاتیکی یا گردانی که استفاده می کنند به سه دسته

تقسیم می شوند:

• DG های مبتنی بر اینورتر

• DG های مبتنی بر ژنراتورهای سنکرون

• DG های مبتنی به ژنراتورهای القایی (آسنکرون)

• DG ها از لحاظ ارتباط با منابع به دو دسته تقسیم می شوند:

• DG های مرتبط با انرژی های نو

• DG های مرتبط با سوخت های فسیلی

### 1-3- تکنولوژی های مورد استفاده برای تولیدات پراکنده: [10، 13]

[16]

• موتورهای احتراق داخلی (موتورهای پیستونی) و توربین های احتراقی

• میکروتوربین های احتراقی

• توربین های گازی و بخاری

• توربین های بادی

• سلولهای فتوولتائیک و نیروگاههای خورشیدی ، دو گونه متفاوت استفاده از انرژی خورشیدی

• ژنراتورهای دیزلی

• موتورهای استرلینگ

• نیروگاه های آبی کوچک

● سلول های سوختی

● استفاده از انرژی حاصل از ضایعات شهری، فضولات گیاهی و بیومس

● استفاده از انرژی زمین گرمایی، انرژی گازهای زیر زمینی و انرژی جزر و مد و آبشارها

این تکنولوژی ها ممکن است در اندازه های کوچک خانگی تا نیروگاههای چند صد مگا وات،

در شبکه های توزیع، فوق توزیع و حتی انتقال نصب گردند و هر کدام از آنها می توانند در دسته

بندی های مختلف جای بگیرند و توضیحات مفصل و جالبی برای هر کدام وجود دارد که می توانید

در مراجع آن را جست و جو کنید.

در کنار این تکنولوژی ها معمولاً در صورت نیاز از تجهیزات ذخیره کننده ی انرژی به منظور

افزایش قابلیت اطمینان و اصلاح کیفیت توان تحویلی توسط DG (کاهش ریپل)، کاهش اندازه

DG ها، صرفه جویی در انرژی، اصلاح پیک بار و... استفاده می شود، و از انواع این ذخیره سازها

می توان به موارد زیر اشاره کرد :

● باتری ها (battery)

● خازن ها (capacitor)

● چرخ طیارها (flywheels)

● تلمبه ذخیره آب (Ph) و هیدروپمپ

● مخزن انرژی مغناطیسی سوپر هادی (SCMES)

● مخزن انرژی هوای فشرده (CAES)

## 4-1- اهداف بکارگیری منابع تولید پراکنده و روشهای استفاده از آن

امروزه کاربرد تولیدات پراکنده جهت تولید انرژی الکتریکی به عنوان راه حلی توسعه و

کمک به تأمین انرژی سریعاً در حال رشد است که عموماً به منظور تأمین بارهای محلی و نزدیک

آنها طراحی می شوند و اگر ظرفیت تولیدشان و پایداری شبکه اجازه دهد می توانند حتی توان اضافی خود را به شبکه محلی تحویل دهند.

از دیدگاه کیفی این واحدها به منظور بهبود قابلیت اطمینان و اصلاح ولتاژ شبکه و از

دیدگاه کمی

با هدف افزایش ظرفیت الکتریکی به وسیله تولید توان اکتیو استفاده می شوند اما در کل

استفاده از این واحدهای تولید توان به منظور بهره بردن هر چه بیشتر از مزایای بالقوه ی تولیدات پراکنده می باشد.

## 1-5- روشهای استفاده از منابع تولید پراکنده: [2]

• استفاده به صورت مستقل از شبکه: در مواقعی که رساندن برق شبکه به محل احداث واحد DG

گران تر تمام می شود و نیز مسئله قابلیت اطمینان چندان مورد توجه نباشد.<sup>2</sup>

از منابع تولید پراکنده برای تأمین توان مورد نیاز کارهایی همچون: روشنایی، گرمایش،

ارتباطات، پروسه های صنعتی و... به صورت مستقل استفاده می کنند.

• استفاده به صورت منبع اصلی یا پشتیبان: از واحدهای تولید پراکنده می توان به صورت آماده

به کار جهت تغذیه بارهای حساسی مانند بیمارستان ها، کارخانجات و... برای افزایش قابلیت

اطمینان که امری حیاتی است، در زمانی که شبکه از دست می رود استفاده کرد، همچنین اگر

برای مصرف کننده مسئله قیمت برق و قابلیت اطمینان اهمیتی نداشته باشد می تواند از DG به

عنوان منبع اصلی استفاده کند یا می توان در زمان پیک مصرف که برق قیمت بالاتری دارد از

DG و در زمان دیگر از شبکه استفاده کرد.

<sup>2</sup> چون معمولاً DG نمی تواند تمام وقت کار کند و همچنین مشکل تنظیم ولتاژ و فرکانس دارد.

## 4- فصل چهارم

### 4-1- نتیجه گیری و پیشنهادات

در فصل اول با تولیدات پراکنده آشنا شدیم. آنها دارای مزایا و معایبی می باشند که در صورت کنترل و هماهنگی دقیق و هوشمند این منابع در شبکه می توانیم هرچه بیشتر به مزایای آنها دسترسی پیدا کنیم و از طرف دیگر معایب آن ها را کاهش دهیم.

در فصل دوم با پدیده ی جزیره ای شدن آشنا شدیم که از بزرگترین مشکلات حفاظتی DG ها می باشد. روشهایی برای تشخیص و کنترل این پدیده وجود دارد که آنها نیز دارای مزایا و معایبی می باشند و در کل هیچ روشی را نمی توان یافت که برای تمام شبکه ها، تمام موقعیت ها و تمام انواع DG پاسخ گو باشد بنابراین با مصالحه و کنترل بیشتر و ترکیب روشها سعی بر کاهش معایب روشها و افزایش قابلیت اطمینان آنها داریم.

در فصل سوم با روش شناسایی با نرخ تغییرات فرکانس (ROCOF) آشنا شدیم و با استفاده از مدل سازی یک سیستم ساده در سیمولینک متلب با عوامل موثر به این روش بیشتر آشنا شدیم.

### 4-2- پیشنهادات

• شبیه سازی را می توان برای DG های اینورتری یا ژنراتور القایی انجام داد.



## 5- مراجع

[1] Wilson xu, konrod mauch on martel "an assessment of dg isalanding detection methods an issue for canada" report canment energy technology center varenes,july 2004

[2] vivek viswanathan menon "a new isalanding detection technique for distributed generation "montana state university ,jauanary 2006

[3] martin geidl "protection of power system with distributed generation state of the art "power system laboratory ,20<sup>th</sup> july 2005

[4] word bower and dr micheal ropp " evolution of islanding detection methods for photovoltaic utility interactive power system "task report IEA-PVPS t5-09,march 2002

[5]IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems,IEEE, Standards Coordinating Committee 21, July 2003.

[6] R. M. Rifaat. "Critical Considerations for Utility/Cogeneration Inter-Tie ProtectionScheme Configuration", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 31, N 5,September/October 1995. pp 973 – 977.

[7] R.C. Dugan and T.E. McDermott. Operating con°icts for distributedgeneration on distribution systems. In Rural Electric Power Conference,pages A3/1 {A3/6, 2001.

[8] R.C. Dugan and T.E. McDermott. Distributed generation. IEEE In-dustry Applications Magazine, 8(2):19{25, 2002.

[9] Walmir Freitas” Comparative Analysis Between ROCOF and Vector Surge Relays for Distributed Generation Applications  
“Zhenyu Huang, Member, IEEE

[10] اسماعیل شریفی آستانه "جایابی بهینه واحدهای تولید پراکنده برای بهبود شاخص

های کیفیت توان با استفاده از الگوریتم ژنتیک " پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه زنجان

[11] مسلم بخشیان "یک روش موثر حفاظت تطبیقی شبکه توزیع با منظور کردن

تولیدات پراکنده " پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه زنجان

[12] شهریار گل محمدزاده "تشخیص جزیره ای شدن نیروگاه های بادی با استفاده از

تکنیک موجک " پایان نامه کارشناس ارشد دانشگاه زنجان

[13] حسان واحدی "حفاظت ضد جزیره ای و بهره برداری جزیره ای تولیدات پراکنده با

حداقل nd2 " پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه زنجان

[14] جابر میرزایی "تشخیص جزیره ای شدن تولیدات پراکنده با استفاده از تکنیک

rocef " پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه زنجان، زمستان 87

[15] سید محسن حسینی "روش تشخیص جزیره ای شدن منابع تولید پراکنده با

تکنیک موجک " پایان نامه کارشناسی ارشد، اردیبهشت 90

[16] میلاد قربان پور خمسه "تحلیل مسائل حفاظتی شبکه های توزیع در حضور منابع

تولید پراکنده " پایان نامه کارشناسی دانشگاه زنجان، مهر 89