



شرکت سهامی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق

(توانیر)

الزامات و قیود بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه


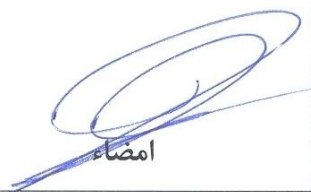

دریافت‌کنندگان سند:


- ✓ شرکت توانیر
- ✓ شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- ✓ سازمان توسعه برق ایران
- ✓ سازمان بهره‌وری انرژی ایران
- ✓ شرکت‌های برق منطقه‌ای
- ✓ شرکت‌های توزیع نیروی برق
- ✓ سازمان انرژی‌های نو ایران

ویرایش: ۱

(تاریخ بازنگری نهایی : بهمن ماه ۱۳۹۲)

سایت دفتر پشتیبانی فنی توزیع: www.tavanir.org.ir/de

تصویب کننده:	تأیید کننده:	تهیه کننده:
 امضاء	 امضاء	 امضاء

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

چکیده:

در سال‌های اخیر به دلیل مزایایی که استفاده از منابع تولید پراکنده به همراه دارد استفاده از این نیروگاه‌های کوچک جهت پاسخ‌گویی به نیاز مصرف رشد چشمگیری داشته است. در عین حال، اتصال این منابع به شبکه متولیان شرکت‌های برق را نیز با چالش‌هایی مواجه کرده است. چالش‌هایی مانند چگونگی نحوه اتصال این منابع به شبکه، نحوه تأثیرگذاری این منابع بر هماهنگی حفاظتی تجهیزات به کار رفته در شبکه، میزان تأثیرگذاری این منابع بر پارامترهای شبکه، میزان تأثیرگذاری این منابع بر نحوه بهره‌برداری از شبکه برق و ... که همگی نیازمند انجام بررسی‌های دقیق و فنی می‌باشند.

بعد از اینکه جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه تمام بررسی‌های فنی لازم انجام گردید و شرایط مناسب و تجهیزات فنی مناسب جهت برقراری اتصال این منابع به شبکه فراهم گردید و مجموعه محرک اولیه و ژنراتور به همراه تجهیزات جانبی مورد نیاز جهت اتصال به شبکه در محل مورد نظر نصب گردیدند، در صورت موفقیت‌آمیز بودن تست‌های مختلف راه‌اندازی و اتصال این منابع به شبکه اجازه اتصال و بهره‌برداری موقت از منابع تولید پراکنده داده می‌شود. در این مرحله، چالش بسیار مهم پیش روی بهره‌برداران شبکه، چگونگی بهره‌برداری از شبکه و همچنین مولدهای پراکنده در شرایط مختلف شبکه می‌باشد که نیازمند تدوین دستورالعمل مجزایی برای بهره‌برداری از شبکه در حضور مولدهای پراکنده و در نظر گرفتن الزامات و قیود فنی بهره‌برداری از این منابع تولید پراکنده است.


اپراتور مولد پراکنده نیز باید در شرایط مختلف بهره‌برداری از این مولدها کاملاً با بهره‌بردار شبکه هماهنگ باشد و جهت ایجاد این هماهنگی این راهنما تهیه شده و در اختیار اپراتور مولد و بهره‌بردار شبکه قرار می‌گیرد که باید نحوه تعامل اپراتور مولد با بهره‌بردار شبکه در شرایط مختلف بهره‌برداری از مولد و شبکه و مواردی که هر یک باید به منظور بهره‌برداری ایمن و مطمئن از شبکه رعایت کنند، را پوشش دهد. نکته مهم در این رابطه تفکیک وظایف بهره‌بردار DG از بهره‌بردار شبکه در عین لزوم هماهنگی با یکدیگر می‌باشد.

شایان ذکر است در این راهنما صرفاً الزامات و قیود فنی بهره‌برداری از مولدهای پراکنده و نحوه تعامل اپراتور مولد با بهره‌بردار شبکه و بالعکس مد نظر بوده و این راهنما می‌تواند از طرف شرکتهای برق در اختیار صاحبان DG قرار گیرد.



فهرست مطالب

۱	۱- کلیات
۱	۱-۱- مقدمه
۱	۲-۱- ضرورت بررسی قیود فنی بهره‌برداری از مولدهای پراکنده
۴	۲- بررسی قیود و الزامات فنی بهره‌برداری از مولدهای پراکنده
۴	۱-۲- مقدمه
۴	۲-۲- محدودیت‌های بهره‌برداری از مولدهای گازسوز و توربین گازی دارای ژنراتور سنکرون
۶	۳-۲- چگونگی در مدار آوردن مولدهای پراکنده
۷	۳-۳-۱- اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه از حالت خاموش
۷	۳-۳-۱-۱- منابع تولید پراکنده بدون بار محلی
۹	۳-۳-۱-۲- منبع تولید پراکنده دارای بار محلی
۹	۳-۳-۱-۳-۱- اتصال بار محلی به شبکه بدون ترانسفورماتور اختصاصی
۱۰	۳-۳-۱-۳-۲- اتصال بار محلی به شبکه از طریق ترانسفورماتور اختصاصی
۱۱	۳-۳-۲- اتصال مولد پراکنده در حال کار به شبکه برق
۱۱	۳-۳-۲-۱- اتصال بار محلی به شبکه بدون ترانسفورماتور اختصاصی
۱۴	۳-۳-۲-۲- اتصال بار محلی به شبکه از طریق ترانسفورماتور اختصاصی
۱۶	۴-۲- نحوه هماهنگی و تعامل بین بهره‌بردار شبکه و بهره‌بردار DG
۱۸	۴-۲-۱- هماهنگی در هنگام اتصال مولد پراکنده به شبکه و قطع مولد از شبکه
۱۹	۴-۲-۱-۱- اتصال چندین واحد موازی شده به شبکه
۲۵	۴-۲-۱-۲- قطع اتصال و کاهش توان مولد پراکنده توسط اپراتور مولد پراکنده
۲۷	۴-۲-۲- هماهنگی در هنگام انجام مانور و تعمیرات در شبکه و نیروگاه تولید پراکنده
۳۰	۴-۲-۳- هماهنگی در هنگام وصل مجدد منابع تولید پراکنده به شبکه پس از بروز قطعی
۳۱	۵-۲- مودهای بهره‌برداری از مولدهای پراکنده
۳۳	۶-۲- اتوماسیون و مانیتورینگ و چگونگی ارتباط با مرکز کنترل دیسپاچینگ
۳۵	۷-۲- نحوه تأمین مصارف داخلی DG

ویرایش: اول	<p>راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)</p>	 شرکت توانیر
-------------	---	--

۳۶ ۲-۸- ایجاد جزیره ناخواسته در شبکه


۳۸ ۲-۹- سایر قیود فنی بهره‌برداری

۳۹ **۳- جمع بندی**




فهرست اشکال

- شکل (۲-۱) : حالت‌های ممکن برای در مدار آوردن منابع تولید پراکنده..... ۷
- شکل (۲-۲) : نیروگاه تولید پراکنده بدون بار محلی ۸
- شکل (۲-۳) : نیروگاه تولید پراکنده همراه با بار محلی (بدون ترانسفورماتور اختصاصی)..... ۹
- شکل (۲-۴) : نیروگاه تولید پراکنده همراه با بار محلی (با ترانسفورماتور اختصاصی)..... ۱۰
- شکل (۲-۵) : نیروگاه تولید پراکنده همراه با بار محلی (بدون ترانسفورماتور اختصاصی)..... ۱۳
- شکل (۲-۶) : سنکرون کردن منبع تولید پراکنده دارای بار محلی با شبکه ۱۵
- شکل (۲-۷) : شماتیک نقطه اتصال مشترک *PCC* ۱۸
- شکل (۲-۸) : نیروگاه تولید پراکنده بدون بار محلی ۲۱
- شکل (۲-۹) : نیروگاه تولید پراکنده شامل بار محلی متصل به ژنراتور ۲۲
- شکل (۲-۱۰) : نیروگاه تولید پراکنده شامل بار محلی متصل به نقطه اتصال مشترک ۲۴

ویرایش: اول	<p>راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)</p>	 شرکت توانیر
-------------	---	--

فهرست جداول

- جدول ۱-۲ : گزارش سالانه عملکرد واحد تولید پراکنده..... ۲۷
- جدول (۲-۲): محدوده ولتاژ جهت وصل مجدد DG به شبکه (استاندارد ANSI C۴۸.۱)..... ۳۰

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

۱- کلیات

۱-۱- مقدمه

در سالهای اخیر، تمایل به استفاده از منابع تولید پراکنده جهت تولید انرژی الکتریکی در سیستم‌های قدرت روند رو به رشدی را طی کرده است. قابلیت‌های تولید پراکنده در کاهش سرمایه‌گذاری اولیه، کاهش تلفات سیستم، افزایش قابلیت اطمینان شبکه، نزدیکی به مراکز مصرف و عدم نیاز به انتقال انرژی، افزایش ضریب اطمینان در پدافند غیرعامل، افزایش راندمان تولید و امکان جلب مشارکت بخش خصوصی به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه کمتر از جمله دلایل اصلی تمایل به نصب و بهره‌برداری از این منابع در شبکه به شمار می‌رود.

به دلیل تازه بودن بحث اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه و بهره‌برداری از آنها و تأثیراتی که حضور این منابع می‌تواند بر بهره‌برداری و عملکرد شبکه‌های برق داشته باشد، تدوین دستورالعمل‌هایی به منظور کاهش تأثیرات سوء بالقوه‌ای که این منابع می‌توانند بر شبکه داشته باشند و همچنین حفاظت از این منابع در برابر اغتشاشات شبکه و بالعکس و نیز بهره‌برداری مطمئن از شبکه‌های توزیع در حضور این مولدها در دستور کار شرکت توانیر قرار گرفته است، تا علاوه بر هماهنگی و یکپارچه نمودن نحوه اتصال این منابع به شبکه، بهره‌برداری از شبکه به همراه منابع تولید پراکنده به بهترین شکل ممکن انجام شود، بدون اینکه تهدیدی از سوی این منابع برای شبکه و یا بالعکس ایجاد شود.


از آنجایی که در این راهنما مکرراً از اصطلاحات جزیره و بار محلی استفاده شده است لازم است این اصطلاحات در ابتدای بحث معرفی شوند :

- بار محلی :

باری که در صورت باز شدن کلید نقطه اتصال مشترک (نقطه PCC) از طریق منبع تولید پراکنده قابل تأمین است.

- جزیره :

به قطع ارتباط و قطع تغذیه مجموعه‌ای از شبکه برق (بالتر از نقطه PCC) با شبکه سراسری و تغذیه این بخش از شبکه برق توسط منابع تولید پراکنده اطلاق می‌شود که به دلیل از دست رفتن توان یا به دلیل از دست رفتن خطوط ارتباطی ایجاد می‌شود. باید توجه داشته شود که تغذیه این بخش جداشده از شبکه توسط منبع تولید پراکنده مجاز نمی‌باشد. شایان ذکر است که تغذیه بار محلی توسط منبع تولید پراکنده (نیروگاه‌های خود تأمین) در صورت قطع ارتباط با شبکه سراسری، جزیره محسوب نمی‌شود.

<p>ویرایش: اول</p>	<p>راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)</p>	 <p>شرکت توانیر</p>
--------------------	---	--

ضرورت بررسی قیود فنی بهره‌برداری از مولدهای پراکنده


بهره‌برداری از مولدهای پراکنده در شبکه‌های برق، قیود و الزامات فنی زیادی را به همراه دارد که در نظر گرفتن و رعایت این قیود در بهره‌برداری ایمن از این مولدها در شبکه بسیار تأثیرگذار است. زیرساخت مورد نیاز برای برآورده شدن بسیاری از این قیود بهره‌برداری در مرحله طراحی و پیاده‌سازی نیروگاه تولید پراکنده باید توسط مشاورین و واحدهای فنی و مهندسی لحاظ گردد تا ملزومات مورد نیاز برای بهره‌برداری از شبکه و مولد پراکنده فراهم گردد. به طور کلی، در هنگام اتصال و بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده، اهداف زیادی باید برآورده گردد، که برخی از مهمترین آنها عبارتند از:

- فراهم آوردن ایمنی لازم برای پرسنل شرکت برق که بر روی شبکه کار می‌کنند
 - فراهم آوردن ایمنی لازم برای مشترکین شرکت برق
 - فراهم آوردن حفاظت مناسب و حداقل کردن خساراتی که ممکن است به شبکه یا تجهیزات مشترکین وارد آید.
 - اطمینان از بهره‌برداری مناسب به منظور حداقل کردن تأثیرات منفی وارد بر شبکه برق و عملکرد تجهیزات سایر مشترکین
- همانطور که اشاره شد بهره‌برداری مناسب از منابع تولید پراکنده به صورت موازی با شبکه قدرت، نیازمند فراهم آوردن یک سری زیرساخت‌های فنی مناسب است که در مرحله طراحی‌های مهندسی باید در نظر گرفته شود. برخی از این زیرساخت‌ها و مسائل مرتبط با اتصال و بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده را به شرح زیر می‌توان دسته‌بندی نمود:
- ایجاد زیرساخت‌های ارتباطی و کنترلی مناسب و با قابلیت اطمینان بالا به منظور کنترل منابع تولید پراکنده، برقراری ارتباط بین بهره‌بردار شبکه و اپراتور مولد پراکنده در شرایط مختلف بهره‌برداری و ...
 - استفاده و پیاده‌سازی تکنولوژی‌های ارسال و دریافت اطلاعات به منظور اتوماسیون و مانیتورینگ منابع تولید پراکنده
 - طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های حفاظتی مناسب در هنگام ایجاد جزیره در شبکه و ایجاد ایمنی کافی در شبکه
 - پیاده‌سازی اینترلاک‌های الکتریکی و مکانیکی مورد نیاز بین کلیدهای مختلف در نیروگاه تولید پراکنده و شبکه بالادست آن
 - در نظر گرفتن تجهیزات مناسب تنظیم‌کننده ولتاژ در شبکه



... -

- علاوه بر موارد اشاره شده فوق که باید در مرحله طراحی مدنظر قرار گیرند، یک سری قیود بهره‌برداری نیز وجود دارند که باید در شرایط مختلف بهره‌برداری لحاظ شود که مهمترین آنها عبارتند از:
- چگونگی و دستورالعمل نحوه ارتباط اپراتور مولد با بهره‌بردار شبکه در موقعیت‌های مختلف مثل تعمیرات در شبکه و نیروگاه تولید پراکنده، انجام مانور در شبکه، بروز خطا در شبکه، خروج‌های اضطراری و یا برنامه‌ریزی شده و ...
 - محدودیت‌های فیزیکی بهره‌برداری از نیروگاه تولید پراکنده مثل زمان مورد نیاز برای راه‌اندازی مجدد، نرخ افزایش بارگذاری و ...
 - تعیین استراتژی‌های مختلف بهره‌برداری از مولدهای پراکنده (بهره‌برداری موازی با شبکه، تغذیه بار محلی به صورت مجزا از شبکه و ...)
 - تعیین سلسه مراتب و مراحل سنکرون کردن مولد پراکنده با شبکه در سناریوهای مختلف بهره‌برداری از این منابع
 - سنکرون کردن مولد بدون بار محلی با شبکه
 - سنکرون کردن مولد دارای بار محلی با شبکه
- در فصل بعدی قیود و الزامات فنی بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده به طور مفصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

۲- بررسی قیود و الزامات فنی بهره‌برداری از مولدهای پراکنده

۲-۱- مقدمه


یکی از مهمترین وظایف شرکت‌های برق تأمین برق مطمئن، بدون قطعی و با کیفیت مناسب برای مشترکین و مصرف‌کنندگان در شبکه می‌باشد و هر عاملی که باعث شود که این امر با مشکل مواجه شود و یا امنیت پرسنل شرکت برق و سایر مصرف‌کنندگان شبکه با تهدید مواجه شود به عنوان یک عامل مخرب لحاظ می‌شود و بر طرف کردن آن و جلوگیری از ایجاد آن در شبکه یک امر ضروری و بدیهی می‌باشد.

قبل از اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه توزیع، شبکه توزیع یک شبکه پسیو به حساب می‌آید که در آن هیچ منبع تزریق کننده توانی وجود ندارد و به عبارت دیگر شبکه توزیع یک شبکه از یکسو تغذیه است که توان مورد نیاز مصرف‌کنندگان تنها از شبکه بالادست (پست فوق توزیع و شبکه سراسری) تأمین می‌شود. اما اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه باعث می‌شود علاوه بر شبکه سراسری، بار قسمتی از شبکه از طریق این نیروگاه‌های مقیاس کوچک تأمین شود. بنابراین شبکه توزیع به یک شبکه اکتیو تبدیل می‌شود که بهره‌برداری از آن نیازمند در نظر گرفتن ملاحظات خاصی جهت تضمین امنیت پرسنل شبکه و مصرف‌کنندگان و تجهیزات آنها، تضمین کیفیت توان تحویلی به مشترکین و ... می‌باشد که همه اینها مستلزم بررسی و تحلیل مجدد شبکه در حضور منابع تولید پراکنده و تدوین دستورالعمل‌هایی به منظور بهره‌برداری ایمن و مناسب از شبکه توزیع در حضور منابع تولید پراکنده می‌باشد.

در این فصل برخی از الزامات و قیود فنی که باید در بهره‌برداری از شبکه و مولدهای پراکنده در شرایط مختلف بهره‌برداری در نظر گرفته شود مورد بررسی قرار می‌گیرد و جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه و بهبود امنیت شبکه و مولدهای پراکنده در شبکه راهکارهایی ارائه می‌گردد.


۲-۲- محدودیت‌های بهره‌برداری از مولدهای گازسوز و توربین گازی دارای ژنراتور سنکرون

در شبکه‌های برق مختلف از تکنولوژی‌های متفاوتی در نیروگاه‌های تولید پراکنده جهت تولید برق مورد نیاز مصرف‌کنندگان استفاده می‌شود، تکنولوژی‌هایی مانند سلول‌های خورشیدی، توربین‌های بادی، زمین گرمایی، موتورهای گازسوز و ... که هر کدام ویژگی‌ها و الزامات خاص بهره‌برداری مربوط به خود را دارند که در برخی موارد مشترک ولی در برخی دیگر با یکدیگر متفاوتند. در این راهنما قیود و الزامات فنی بهره‌برداری از نیروگاه‌های تولید پراکنده دارای موتورهای گازسوز (GE) یا توربین‌های گازی (GT)

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

مورد بررسی می‌گیرد که ممکن از یک سازنده به سازنده دیگر متفاوت باشد. مطمئناً هر دوی این تکنولوژی‌ها محدودیت‌هایی دارند که می‌توانند بر چگونگی بهره‌برداری از آنها و نحوه تأثیرگذاری آنها بر شبکه موثر باشند. در این قسمت برخی از این محدودیت‌ها و ویژگی‌ها که باید در هنگام بهره‌برداری از مولدهای دارای موتور گازسوز و توربین گاز مد نظر قرار داد، به طور خلاصه ارائه می‌گردد. باید توجه داشت که در این راهنما محدودیت‌هایی مد نظر هستند که می‌توانند بر بهره‌برداری از شبکه نیز تأثیرگذار باشند. به نوعی تأثیر محدودیت‌های بهره‌برداری از مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) بر بهره‌برداری از شبکه و بالعکس محدودیت‌های شبکه که باعث اعمال محدودیت‌هایی بر بهره‌برداری از مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) می‌شود، مورد بررسی قرار می‌گیرد. مهمترین مواردی که در بهره‌برداری از مولدهای مذکور تأثیرگذار می‌باشند عبارتند از:

- ۱- مدت زمان مورد نیاز برای راه‌اندازی واحد قبل از بارگیری ژنراتور و سنکرون کردن آن با شبکه (راه‌اندازی از حالت سرد).
- ۲- مدت زمان مورد نیاز جهت راه‌اندازی مجدد مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) بعد از اینکه به هر دلیلی مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) از شبکه جدا شده و خاموش گردید.
- ۳- منحنی بارگیری از مجموعه توربین-ژنراتور گازی (موتور-ژنراتور) و نرخ بارگیری آن‌ها در مورد این منابع تولید پراکنده (صفر تا ۲۵ مگاوات)
- ۴- عوامل تأثیرگذار بر بازده و راندمان مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) مانند شرایط آب و هوایی و اختلاف دما در فصل‌های سرد و گرم سال که ممکن است محدودیت‌هایی را بر بهره‌برداری از مجموعه توربین-ژنراتور اعمال کند و بهره‌بردار نیروگاه حتماً باید آن را مدنظر قرار دهد.
- ۵- در صورت بروز اختلال در شبکه و در صورت درخواست بهره‌بردار شبکه حداکثر با چه نرخ زمانی می‌توان بار را از روی مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) برداشت؟
- ۶- نحوه تأثیرگذاری کیفیت توان شبکه بر بهره‌برداری از مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور). (کاهش فرکانس و یا نوسانات ولتاژ و فرکانس شبکه بر بهره‌برداری از مجموعه توربین ژنراتور (موتور-ژنراتور) چگونه تأثیرگذار می‌گذارد)
- ۷- محدودیت‌هایی مثل خودراه‌انداز بودن مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) و یا نیاز به برقرار بودن شبکه به منظور راه‌اندازی واحدها
- ۸- نحوه تأثیرگذاری بارگیری از مجموعه توربین-ژنراتور بر بازده آن چگونه است؟ آیا بارگیری کمتر از مقدار نامی بر بازده مجموعه توربین ژنراتور تأثیر می‌گذارد یا خیر؟

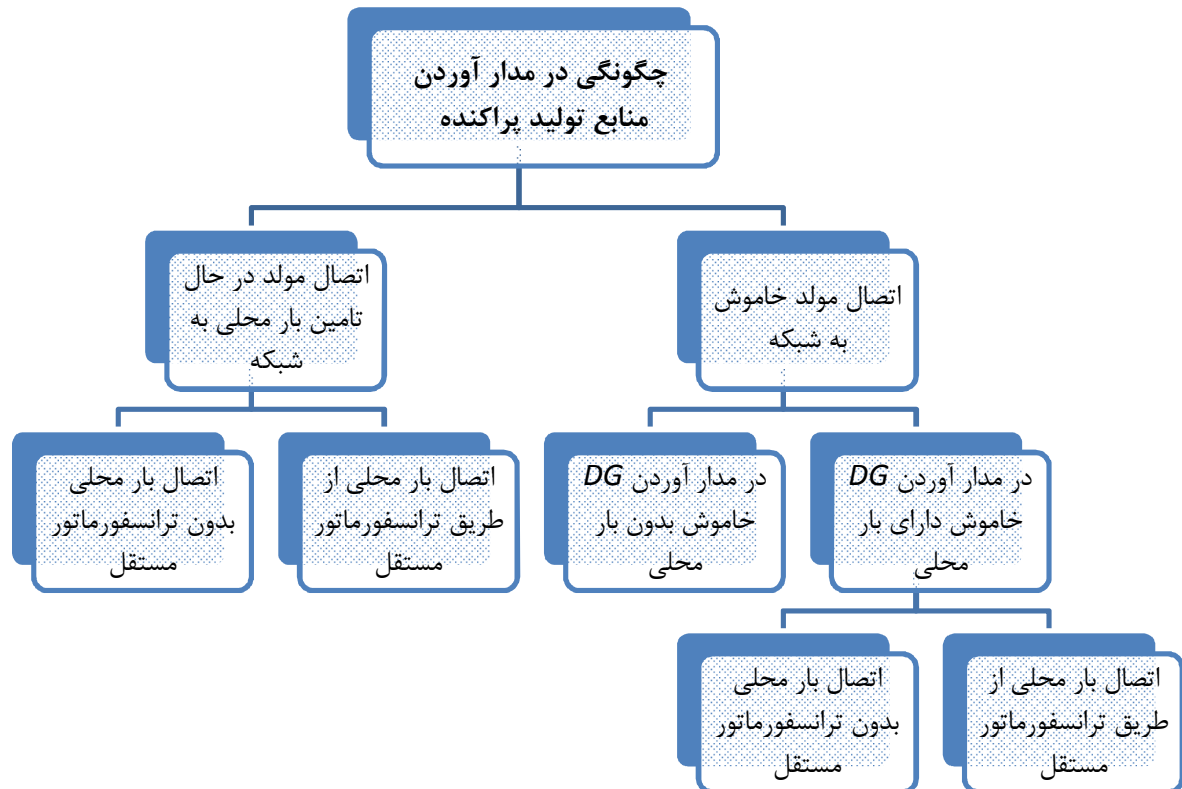
ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

موارد فوق و محدودیت‌هایی که اشاره گردید باید در بهره‌برداری از نیروگاه‌های تولید پراکنده دارای تکنولوژی موتور گازسوز یا توربین گاز لحاظ گردد. علاوه بر اپراتور مولد که طبیعتاً باید به محدودیت‌های فوق شناخت کامل داشته و توانایی بهره‌برداری از مولد با رعایت این موارد را داشته باشد، آشنایی بهره‌بردار شبکه با این محدودیتها نیز بر تعامل منطقی با اپراتور مولد تاثیر مثبتی خواهد داشت.

۲-۳- چگونگی در مدار آوردن منابع تولید پراکنده

یکی از مهمترین مواردی که اپراتور نیروگاه تولید پراکنده باید مد نظر قرار دهد چگونگی سنکرون-کردن و به مدار آوردن واحدهای تولید پراکنده است. اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه و محل قرار گرفتن کلید سنکرون‌کننده مولد با شبکه، با توجه به نحوه اتصال مولد پراکنده به شبکه، وجود یا عدم وجود بار محلی و خاموش بودن یا در حال کار بودن ژنراتور می‌تواند متفاوت باشد. به طور کلی، موارد زیر در نحوه به مدار آوردن (اتصال به شبکه) مولدهای پراکنده تأثیرگذار می‌باشد:

- اتصال مولد به شبکه از حالت خاموش یا اتصال مولد در حال کار به شبکه
 - وجود یا عدم وجود بار محلی
 - در صورت وجود بار محلی دارا بودن یا عدم وجود ترانسفورماتور مستقل برای بار محلی
- دیاگرام زیر حالت‌های ممکن برای شروع راه اندازی فرایند اتصال به شبکه با توجه به موارد فوق را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۲) : حالت‌های ممکن برای در مدار آوردن منابع تولید پراکنده

در این قسمت به بررسی چگونگی اتصال مولد پراکنده به شبکه سراسری با در نظر گرفتن موارد فوق پرداخته می‌شود.

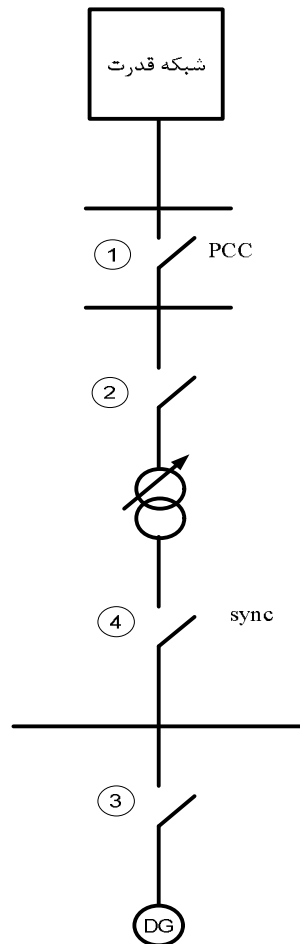
۲-۳-۱- اتصال مولد پراکنده به شبکه از حالت خاموش

در صورتی که مولد پراکنده خاموش باشد و اپراتور مولد پراکنده بخواهد DG را به شبکه متصل نماید سناریوهای زیر قابل بررسی است:

۲-۳-۱-۱- منابع تولید پراکنده بدون بار محلی

در صورتی که بار محلی در شبکه وجود نداشته باشد و اپراتور مولد پراکنده بخواهد DG را به شبکه سنکرون نماید، ابتدا مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) راه‌اندازی شده و در حالت بی‌باری در مقادیر نامی ولتاژ و فرکانس قرار می‌گیرد و سایر تنظیمات نیز مطابق دستورالعمل راه‌اندازی که توسط سازنده

ارائه شده و مورد تأیید بهره‌بردار شبکه می‌باشد، انجام می‌گیرد. سپس همانطور که در شکل ۲-۲ نشان داده شده است، با هماهنگی بهره‌بردار شبکه و اپراتور مولد پراکنده کلید نقطه اتصال مشترک بسته می‌شود (برای بستن کلید PCC اجازه بهره‌بردار شبکه و اپراتور شبکه مورد نیاز است). بعد از بسته شدن کلید PCC ، کلید شماره ۲ بسته شده و ترانسفورماتور متصل کننده DG به شبکه برقرار می‌شود سپس کلید شماره ۳ که کلید ژنراتور است بسته می‌شود و دو طرف کلید سنکرون کننده که کلید شماره ۴ در شکل ۲-۲ است از سمت شبکه و از سمت DG برقرار می‌گردد. در چنین شرایطی، رله سنکرون کننده شرایط سنکرون DG به شبکه را مهیا کرده و در صورت فراهم بودن شرایط سنکرون، به طور اتوماتیک فرمان وصل را برای کلید سنکرون کننده (کلید شماره ۴) صادر می‌کند و ژنراتور با شبکه سنکرون می‌گردد.



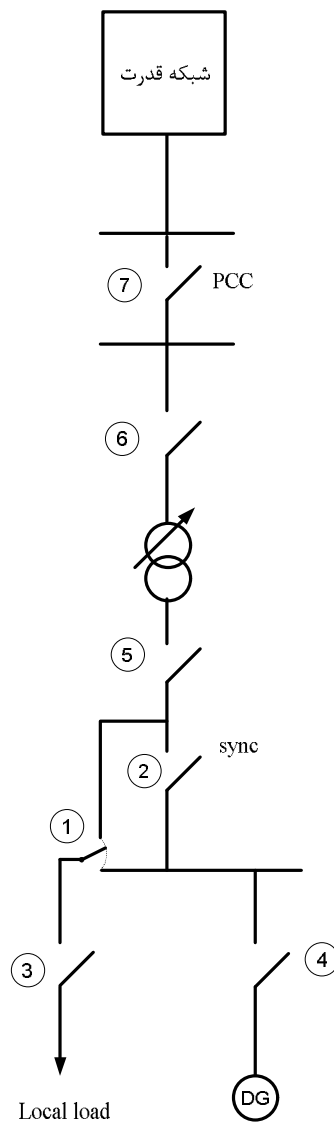
شکل (۲-۲): نیروگاه تولید پراکنده بدون بار محلی

۲-۳-۱-۲- منبع تولید پراکنده دارای بار محلی

در صورتی که نیروگاه تولید پراکنده دارای بار محلی باشد که در صورت خاموش بودن مولد از طریق شبکه تغذیه شود، برای در مدار آوردن مولد خاموش و سنکرون کردن آن با شبکه سناریوهای زیر باید در نظر گرفته شود:

۲-۳-۱-۲-۱- اتصال بار محلی به شبکه بدون ترانسفورماتور اختصاصی

در این حالت که در شکل ۳-۲ نشان داده شده است، مراحل زیر برای اتصال مولد به شبکه باید انجام گیرد:

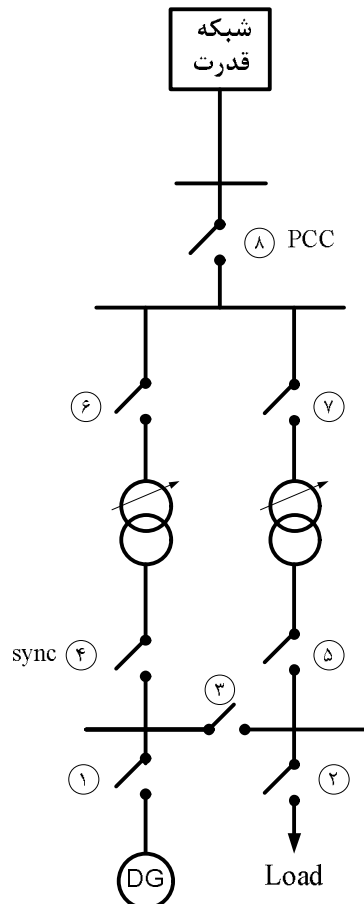


شکل (۳-۲): نیروگاه تولید پراکنده همراه با بار محلی (بار محلی بدون ترانسفورماتور اختصاصی)


قبل از روشن شدن مجموعه موتور-ژنراتور بار محلی از طریق کلیدهای ۱، ۳، ۵، ۶ و ۷ از طریق شبکه تغذیه می‌شود و کلیدهای ژنراتور (کلید ۴) و کلید سنکرون‌کننده (کلید ۲) باز می‌باشند. زمانی که اپراتور DG بخواهد منبع تولید پراکنده را با شبکه سنکرون کند ابتدا باید با بهره‌بردار شبکه جهت اتصال DG به شبکه هماهنگ نماید و در صورت تأیید بهره‌بردار شبکه اقدام به سنکرون کردن مولد با شبکه سراسری نماید. برای این منظور، مولد طبق دستورالعمل‌های موجود راه‌اندازی شده و در حالت بی‌بار در مقادیر نامی ولتاژ و فرکانس قرار می‌گیرد. در این حالت کلید ژنراتور (کلید ۴) توسط اپراتور وصل می‌گردد و پس از فراهم شدن شرایط سنکرونیزاسیون توسط رله مربوطه، ژنراتور با شبکه از طریق کلید سنکرون‌کننده (کلید ۲) سنکرون می‌گردد.

۲-۳-۱-۲-۲- اتصال بار محلی به شبکه از طریق ترانسفورماتور اختصاصی

در این حالت که در شکل ۲-۴ نشان داده شده است در صورت خاموش بودن مجموعه مولدها، بار محلی از طریق ترانسفورماتور اختصاصی خود به شبکه متصل می‌شود و مصارف مورد نیاز تأمین می‌گردد.



شکل (۲-۴): نیروگاه تولید پراکنده همراه با بار محلی (بار محلی همراه با ترانسفورماتور اختصاصی)

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

در این حالت ابتدا مجموعه مولدها از شبکه جدا می‌باشند و بار محلی از طریق ترانسفورماتور اختصاصی خود به شبکه متصل می‌باشد. در چنین شرایطی کلیدهای شماره ۲، ۵، ۷ و ۸ بسته و سایر کلیدها باز می‌باشند. هرگاه اپراتور مولد پراکنده بخواند DG را وارد مدار کرده و با شبکه سنکرون نماید ابتدا باید با بهره‌بردار شبکه هماهنگ نموده و در صورت تأیید بهره‌بردار شبکه اقدام به اتصال DG به شبکه نماید. چنانچه مشکلی برای اتصال DG به شبکه وجود نداشته باشد، مولد توسط اپراتور مربوطه راه‌اندازی شده و در مقادیر نامی ولتاژ و فرکانس در حالت بی‌باری قرار می‌گیرد. سپس کلید شماره ۶ بسته شده و ترانسفورماتور متصل‌کننده DG به شبکه برقرار می‌گردد و کلید ژنراتور (کلید ۱) نیز توسط بهره‌بردار وصل می‌گردد. در چنین شرایطی هر دو سمت کلید سنکرون‌کننده (کلید ۴) برقرار بوده و در صورت مهیا شدن شرایط سنکرونیزاسیون، توسط رله مربوطه به صورت اتوماتیک فرمان وصل به کلید سنکرون داده شده و مولد با شبکه سنکرون می‌گردد.

شایان ذکر است کلید شماره ۳ فقط وقتی می‌تواند وجود داشته باشد که ولتاژ نامی ژنراتور با ولتاژ نامی بار محلی یکسان باشد. با بستن این کلید تامین بار در حالت مجزا از شبکه بصورت مستقیم امکان پذیر می‌باشد.

۲-۳-۲- اتصال مولد پراکنده در حال کار به شبکه برق

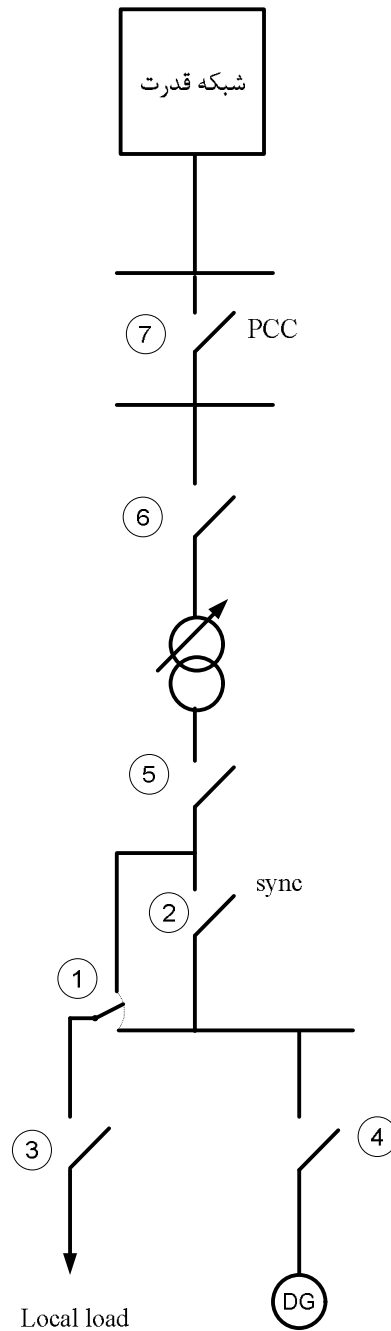
در صورتی که شبکه به هر علتی بی‌برق شده باشد و مولد از شبکه جدا شده و در حال تأمین بار محلی خود باشد و یا به هر دلیل دیگری دارای ولتاژ باشد و پس از برق دار شدن شبکه اپراتور مولد پراکنده بخواند مولد در حال کار را به شبکه متصل نماید با توجه به نحوه اتصال بار محلی به شبکه حالت‌های متفاوتی را برای اتصال مجدد مولد پراکنده در حال کار به شبکه می‌توان در نظر گرفت، که در ادامه به بررسی هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

۲-۳-۲-۱- اتصال بار محلی به شبکه بدون ترانسفورماتور اختصاصی

در این طرح اتصال، بار محلی بدون استفاده از ترانسفورماتور اختصاصی به شبکه متصل می‌شود و مستقیماً به شینه ژنراتور متصل می‌گردد. در این حالت سناریوهای مختلفی مطرح می‌گردد که در زیر بررسی می‌شود.

الف- سناریوی ۱: اتصال بار محلی به شبکه و بی‌بار کردن ژنراتور و اتصال ژنراتور بی‌بار به شبکه
 در این روش با اتصال بار محلی به شبکه، مولد پراکنده بی‌بار می‌شود و سپس ژنراتور بی‌بار با شبکه سنکرون می‌گردد.


- در این روش ابتدا به علت بی‌برق بودن شبکه، کلید *PCC* (کلید شماره ۷ در شکل ۲-۵) به همراه کلیدهای ۲، ۵ و ۶ قطع می‌باشند و بار توسط کلیدهای ۱، ۳ و ۴ به شینه ژنراتور متصل می‌باشد و بار محلی توسط *DG* تغذیه شده و از شبکه جدا می‌باشد.
- در چنین شرایطی، چنانچه اپراتور *DG* بخواهد پس از برقرار شدن مجدد شبکه، منبع تولید پراکنده را با شبکه سنکرون نماید، باید به ترتیب زیر عمل نماید:
- ۱- جهت وصل کلید *PCC* باید با بهره‌بردار شبکه هماهنگ نماید و پس از صلاحدید و تأیید بهره‌بردار شبکه کلید *PCC* وصل گردد.
 - ۲- بعد از وصل کلید نقطه اتصال مشترک، کلیدهای ۵، ۶ متصل می‌گردند.
 - ۳- با تغییر وضعیت کلید ۱، بار از روی ژنراتور به شبکه سراسری منتقل می‌شود.
 - ۴- حال رله سنکرونیزاسیون شرایط مناسب برای سنکرون کردن ژنراتور با شبکه را مهیا کرده و در صورت فراهم بودن شرایط، به طور اتوماتیک فرمان وصل را به کلید سنکرون کننده (کلید ۲) داده و ژنراتور به شبکه متصل می‌گردد.



شکل (۲-۵): نیروگاه تولید پراکنده همراه با بار محلی (بار محلی بدون ترانسفورماتور اختصاصی)

ب- سناریوی ۲: اتصال مولد پراکنده همراه با بار محلی به شبکه

در صورتی که گاورنر و AVR مربوط به مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) این قابلیت را داشته باشند که بتوان DG زیربار را با شبکه سنکرون نمود، در هنگام برقرار شدن مجدد شبکه و اتصال DG به آن، نیازی به انتقال بار از روی DG به شبکه و سنکرون کردن منبع تولید پراکنده بی‌بار با شبکه نیست و

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

می‌توان منبع تولید پراکنده همراه با بار محلی را به شبکه متصل نمود. در این حالت مراحل اتصال DG به شبکه به ترتیب زیر خواهد بود:

۱- پس از برقرار شدن شبکه، اپراتور مولد پراکنده و بهره‌بردار شبکه، در صورت نبود هیچگونه مانعی جهت اتصال DG به شبکه، با هماهنگی با هم اقدام به وصل کلید نقطه اتصال مشترک (کلید ۷) می‌کنند.

۲- بعد از وصل کلید نقطه اتصال مشترک، کلیدهای ۵، ۶ متصل می‌گردند. پس از برقرار شدن ترانسفورماتور متصل کننده DG به شبکه نیازی به تغییر وضعیت کلید ۱ نیست و می‌توان منبع تولید پراکنده زیر بار را با شبکه سنکرون نمود.

۳- بعد از برقرار شدن دو طرف کلید سنکرون کننده (کلید ۲)، رله سنکرونیزاسیون شرایط سنکرون کردن DG با شبکه را فراهم می‌کند و در صورت برقراری شرایط سنکرونیزاسیون، فرمان وصل اتوماتیک DG به شبکه را صادر می‌نماید.

۲-۲-۳-۲- اتصال بار محلی به شبکه از طریق ترانسفورماتور اختصاصی

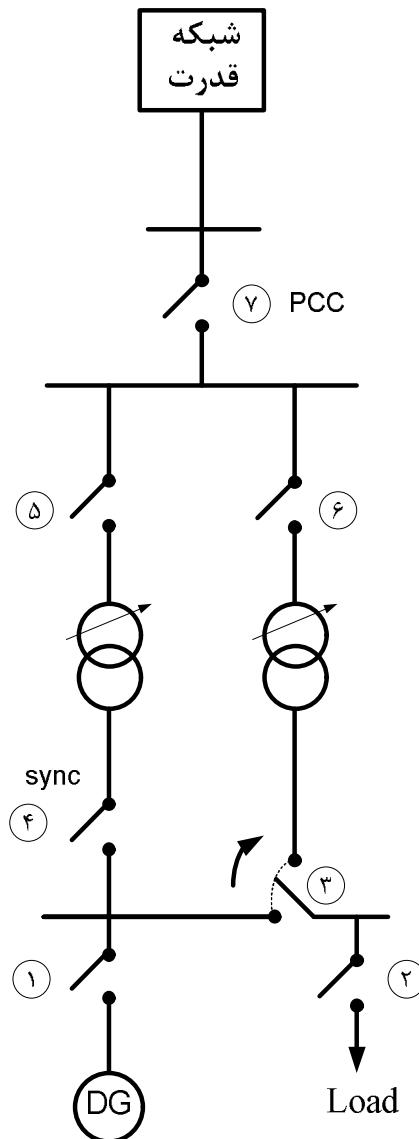
در این حالت، شبکه بی‌برق بوده و بار محلی توسط منبع تولید پراکنده تغذیه می‌شود. چنانچه بعد از برقرار شدن مجدد شبکه، اپراتور مولد پراکنده بخواهد DG را به شبکه متصل نماید، به ترتیب زیر می‌تواند عمل کند:

الف- سناریوی ۱: اتصال بار محلی به شبکه و بی‌بار کردن ژنراتور و اتصال ژنراتور بی‌بار به شبکه

در این روش، در ابتدا شبکه بی‌برق بوده و کلید نقطه اتصال مشترک (PCC) و کلیدهای ۴، ۵ و ۶ که در شکل (۲-۶) نشان داده شده‌اند باز می‌باشند و بار محلی از طریق کلید شماره ۳ به شینه ژنراتور متصل بوده و جدا از شبکه توسط مولد پراکنده تغذیه می‌شود. در هنگام برقرار شدن مجدد شبکه، چنانچه اپراتور مولد پراکنده بخواهد DG را به شبکه متصل نماید، ابتدا باید با بهره‌بردار شبکه هماهنگی‌های لازم را انجام دهد و در صورت صلاحدید بهره‌بردار شبکه مراحل اتصال DG به شبکه را انجام دهد که به طور خلاصه عبارتند از:


۱- ابتدا با هماهنگی بهره‌بردار شبکه و در صورت نبود هیچگونه مانعی جهت اتصال DG به شبکه، کلید نقطه اتصال مشترک (کلید ۷) وصل می‌گردد.

۲- پس از اتصال کلید نقطه اتصال مشترک، کلید مربوط به اتصال ترانسفورماتور متصل‌کننده بار محلی به شبکه (کلید ۶) نیز وصل می‌گردد.



شکل (۲-۶): سنکرون کردن منبع تولید پراکنده دارای بار محلی با شبکه

- ۳- پس از برقرار شدن ترانسفورماتور مربوط به بار محلی، کلید شماره ۳ تغییر وضعیت داده و بار از ژنراتور به شبکه سراسری منتقل می‌شود. در این حالت بار از روی ژنراتور برداشته می‌شود.
- ۴- در این مرحله کلید شماره ۵ بسته شده و ترانسفورماتور متصل‌کننده *DG* به شبکه برقرار می‌گردد. در این حالت دو طرف کلید سنکرون‌کننده (کلید ۴) از سمت شبکه و *DG* برقرار می‌باشد.

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

۵- در این رله سنکرون‌کننده DG ، شرایط سنکرون کردن مولد پراکنده با شبکه را فراهم می‌کند و در صورت قرار گرفتن اختلاف زاویه فاز، اختلاف فرکانس و اختلاف ولتاژ در دو سمت کلید مذکور، به طور اتوماتیک فرمان وصل کلید سنکرون‌کننده را صادر می‌کند و DG با شبکه سنکرون می‌گردد.

ب- سناریوی ۲: اتصال مولد پراکنده همراه با بار محلی به شبکه

در صورتی که گاورنر و AVR مربوط به مجموعه توربین-ژنراتور (موتور-ژنراتور) این قابلیت را داشته باشند که بتوان DG زیربار را با شبکه سنکرون نمود، در هنگام برقرار شدن مجدد شبکه و اتصال DG به آن، نیازی به انتقال بار از روی DG به شبکه و سنکرون کردن منبع تولید پراکنده بی‌بار با شبکه نیست و می‌توان منبع تولید پراکنده همراه با بار محلی را به شبکه متصل نمود. در این حالت مراحل اتصال DG به شبکه به ترتیب زیر خواهد بود:

۱- ابتدا با هماهنگی بهره‌بردار شبکه و در صورت نبود هیچگونه مانعی جهت اتصال DG به شبکه، کلید نقطه اتصال مشترک (کلید ۷) وصل می‌گردد.


۲- پس از اتصال کلید نقطه اتصال مشترک، کلید مربوط به اتصال ترانسفورماتور متصل‌کننده بار محلی به شبکه (کلید ۶) و کلید مربوط به ترانسفورماتور متصل‌کننده DG به شبکه، نیز وصل می‌گردند.

۳- پس از برقرار شدن ترانسفورماتورهای متصل‌کننده، رله سنکرونیزاسیون DG به شبکه، شرایط لازم برای سنکرون کردن DG با شبکه را فراهم می‌کند و در صورت فراهم شدن شرایط لازم جهت سنکرون شدن DG با شبکه، فرمان وصل اتوماتیک DG به شبکه به کلید ۴ ارسال شده و DG همراه با بار محلی به شبکه متصل می‌شود.

پس از سنکرون شدن DG با شبکه، با تغییر وضعیت کلید ۳، بار محلی از طریق ترانسفورماتور اختصاصی مربوط به خود به شبکه متصل می‌شود.

۲-۴- نحوه هماهنگی و تعامل بین بهره‌بردار شبکه و بهره‌بردار DG

بهره‌برداری مناسب از منابع تولید پراکنده در شبکه برق مستلزم تعامل مناسب و دو جانبه بهره‌بردار شبکه و اپراتور مستقر در محل نیروگاه تولید پراکنده است. به عبارت دیگر برای حصول اطمینان از این که هیچ‌گونه خطری در اثر اتصال و بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در شبکه ایجاد نمی‌گردد لازم است دستورالعمل مناسبی که مبین چگونگی ارتباط بهره‌بردار شبکه و اپراتور نیروگاه تولید پراکنده تهیه

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

گردد و در اختیار هر یک از آنها قرار گیرد تا ملاک عمل واقع شود. در این قسمت برخی از مواردی که باید بهره‌بردار شبکه و اپراتور منبع تولید پراکنده جهت ایجاد یک تعامل مناسب و بهره‌برداری ایمن از مولد و شبکه مد نظر قرار دهند ارائه می‌گردد.

قبل از بررسی نحوه انجام هماهنگی‌ها و مواردی که نیازمند برقراری ارتباط بین اپراتور مولد و بهره‌بردار شبکه است، به طور مختصر برخی از الزامات و تعاریف مرتبط با موضوع بهره‌برداری از مولدهای پراکنده در شبکه بیان می‌شود:

- شرکت برق

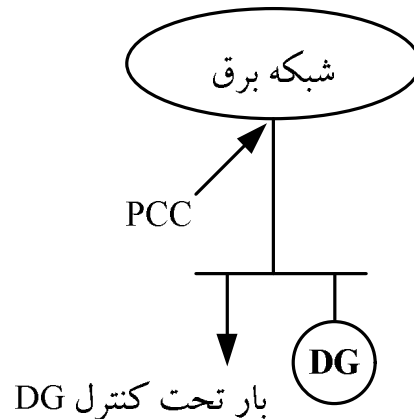
حسب مورد به شرکت توزیع نیروی برق یا شرکت برق منطقه ای ذیربط با بهره‌برداری از شبکه بالادست محل اتصال منبع تولید پراکنده که اطلاعات بهره‌برداری آن به دیسپاچینگ آن شرکت ارسال می‌شود، اطلاع می‌گردد.

- نقطه اتصال مشترک (PCC)

در واقع، نقطه اتصال مشترک (PCC) به عنوان نزدیک‌ترین نقطه به نقطه‌ای که تجهیزات DG به آن متصل هستند، تعریف می‌شود که سایر استفاده‌کنندگان شبکه نیز به آن متصل می‌شوند. این نقطه از دیدگاه شبکه، نقطه اتصال DG به شبکه بوده و اگر تغییری از جانب DG روی آن نقطه اعمال شود روی بارهای شبکه مؤثر خواهد بود. در واقع در این نقطه تأثیرات DG روی شبکه بروز خواهد کرد و کنترل آن بر عهده بهره‌بردار شبکه می‌باشد. مالک شبکه (بهره‌بردار)، طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از تأسیسات طرف توزیع را در نقطه اتصال مشترک هماهنگ می‌کند. مالک DG نیز مسئولیت هماهنگی، طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از تأسیسات سمت تولید را در این نقطه بر عهده دارد. هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در سمت فیدر نیز توسط بهره‌بردار تقبل می‌شود. شماتیک این نقطه در شکل ۲-۶ نشان داده شده است.

- بهره‌بردار شبکه

واحد بهره‌برداری از شبکه برق می‌باشد که وظایفی همچون فراهم کردن شرایط مناسب جهت بهره‌برداری از شبکه در شرایط مختلف، انجام هماهنگی جهت انجام مانور و تعمیرات در شبکه، حفظ ایمنی افراد و پرسنل شبکه در شرایط مختلف بهره‌برداری از شبکه، صدور فرامین کنترلی و ... را بر عهده دارد.



شکل (۲-۷): شماتیک نقطه اتصال مشترک PCC


- اپراتور مولد پراکنده

در کلاسهای ۳، ۴ و ۵ (قدرت تجمعی بیشتر از ۲۰۰ کیلووات) که منبع تولید پراکنده به شبکه فشار متوسط متصل می‌شود، مالک نیروگاه باید متعهد شود که در همه لحظات یک نفر به عنوان اپراتور مولد پراکنده در مکان نیروگاه تولید پراکنده جهت دریافت دستورات کنترلی و بهره‌برداری حضور خواهد داشت. این اپراتور که نماینده تام‌الاختیار مالک نیروگاه در ارتباط با بهره‌بردار شبکه است وظیفه بهره‌برداری از مولد پراکنده، اجرای فرامین کنترلی در شبکه محلی مربوط به مولد و آگاه نمودن بهره‌بردار شبکه از بروز هر گونه شرایط غیرعادی در شبکه محلی را برعهده دارد. تحصیلات اپراتور مولد پراکنده (یا افراد مختلف در شیفت‌های کاری متفاوت) حداقل بایستی تکنیسین برق بوده و توسط شرکت برق تأیید صلاحیت شده باشد.

به طور کلی در هنگام اتصال مولد به شبکه و قطع مولد از شبکه یا انجام تعمیرات و مانور در شبکه یا هنگام انجام تعمیرات یا تغییرات در داخل سایت نیروگاه تولید پراکنده هماهنگی و تعاملات بین بهره‌بردار شبکه و اپراتور مولد پراکنده از اهمیت زیادی برخوردار است که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲-۴-۱- هماهنگی در هنگام اتصال مولد پراکنده به شبکه و قطع مولد از شبکه

در بخش ۲-۳ نحوه اتصال منابع تولید پراکنده از لحاظ فنی و با توجه به نحوه اتصال این منابع به شبکه و وجود و عدم وجود بار محلی مورد بررسی قرار گرفت و اقداماتی که اپراتور مولد پراکنده برای سنکرون کردن مولد به شبکه در سناریوهای مختلف می‌تواند انجام دهد بررسی شد. در این بخش نحوه

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

انجام تعاملات و هماهنگی‌ها بین اپراتور مولد و بهره‌بردار شبکه جهت اتصال یا قطع مولد از شبکه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۴-۱-۱- اتصال چندین واحد موازی شده به شبکه

در صورتی که یک نیروگاه تولید پراکنده شامل چندین واحد موازی شده با هم باشد جهت اتصال این واحدها به شبکه و بهره‌برداری از آنها موارد زیر باید رعایت گردد:

- در چنین شرایطی، اتصال اولین مولد پراکنده به شبکه که باعث از دو سو تغذیه شدن فیدر متصل به مولد می‌شود، بایستی با هماهنگی مرکز کنترل و پس از اخذ مجوز شفاهی از کارشناس کنترل شبکه (از طریق کانال ارتباطی) انجام شود. برای انجام این مهم بایستی موارد زیر در نظر گرفته شود:

- به منظور جلوگیری از اتصال مولد به شبکه برق در صورت یکسان نبودن توالی فاز ولتاژهای مولد و ولتاژهای شبکه لازم است حفاظت‌های مورد نیاز در نظر گرفته شود. در چنین مواردی، اگر رله سنکرونایزینگ مورد استفاده برای سنکرون کردن مولد به شبکه، بر اساس ولتاژ یک فاز نسبت به زمین یا ولتاژ یک فاز نسبت به فاز دیگر عمل کند باید از رله‌های تشخیص توالی فاز در دو طرف کلید سنکرون استفاده شود. در صورتی که رله سنکرونایزینگ بر اساس ولتاژ سه فاز عمل کند یا اینکه صحت توالی فاز در هنگام آزمون راه اندازی با روش‌های دیگری مورد بررسی قرار گیرد، پس از ارائه مستندات مربوطه می‌توان از نصب رله‌های تشخیص توالی فاز صرف نظر نمود.

- در هنگام اتصال اولین مولد به شبکه چنانچه فیدر شبکه بی‌برق باشد، رله سنکرون-کننده نباید اجازه اتصال مولد به شبکه را بدهد. به عبارت دیگر، بایستی رله سنکرونایزینگ مورد استفاده برای سنکرون کردن مولد به شبکه برق، بر اساس منطق سنکرونایزینگ *Live-Live* (شبکه برق دار به شبکه برق دار) عمل کرده و در حالت *Live-Dead* (شبکه برق دار به شبکه بی برق) اجازه بسته شدن کلید نقطه اتصال مشترک (*PCC*) را به صورت خودکار صادر نکند. این بدین معنی است که مولد نتواند بدون اجازه قسمتی از شبکه را که ممکن است بصورت خواسته و به دلیل انجام تعمیرات بی برق شده است را برق دار نماید.

در منطق سنکرونایزینگ *Live-Live*، رله سنکرون کننده مولد با شبکه تنها در صورتی اجازه سنکرون کردن مولد با شبکه می‌دهد که هر دو سمت کلید سنکرون-

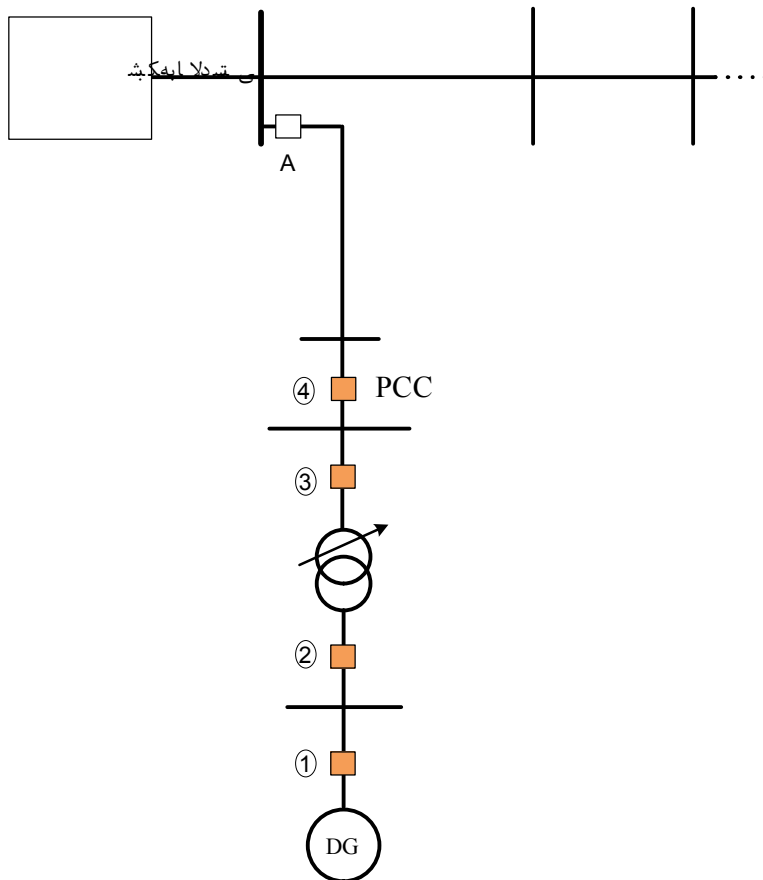


کننده برقدار باشد و در صورتی که هر یک از طرفین کلید مذکور به هر دلیلی بی‌برق باشند اجازه اتصال مولد به شبکه داده نخواهد شد.

بر اساس این منطق سنکرونایزینگ که در اکثر رله‌های سنکرون کننده مولدهای پراکنده بکار برده می‌شود، مکان کلید سنکرون کننده با توجه به آرایش شبکه محلی، نحوه اتصال *DG* به شبکه، نحوه تغذیه بارهای محلی و نحوه بهره‌برداری از مولد در شرایط مختلف در طرح اتصال مولد به شبکه متفاوت خواهد بود تا بهره‌برداری از مولد در سناریوهای مختلف به نحو مطلوب انجام گیرد. از آنجایی که کلید سنکرون کننده باید تحمل عایقی کافی را در هنگام باز بودن داشته باشد و بتواند در حالت باز ۲/۲۵ برابر ولتاژ نامی محل اتصال را تحمل کند. چرا که ممکن است در یک لحظه ولتاژ دو طرف این کلید قبل از بسته شدن اختلاف فاز ۱۸۰ درجه نسبت به یکدیگر داشته باشند که این یعنی حداقل دو برابر ولتاژ نامی بر روی کنتاکت‌های کلید قرار می‌گیرد. مسلماً در صورت امکان و به جهت کاهش هزینه تأمین کلید مورد نظر، تمایل بیشتری به استفاده از کلیدهای فشارضعیف نسبت به کلیدهای فشار متوسط به عنوان کلیدهای سنکرون کننده وجود دارد. اما با توجه به اینکه برای سنکرون کردن مولدهای پراکنده با شبکه برق از سنکرون کردن اتوماتیک استفاده می‌شود که بر اساس منطق سنکرونایزینگ *Live-Live* عمل می‌کنند، به منظور تأمین بار محلی متصل به مولد به صورت مجزا از شبکه، در طرح‌های مختلف اتصال مولد به شبکه، مکان کلید سنکرون کننده متفاوت خواهد بود که در این قسمت بررسی می‌گردد:

▪ نیروگاه تولید پراکنده بدون بار محلی

در این طرح، هدف از احداث نیروگاه تولید پراکنده، فروش تجاری توان به شبکه برق است و نیروگاه تولید پراکنده فاقد بار محلی می‌باشد و تمام توان تولیدی توسط ژنراتور به شبکه تزریق می‌گردد.

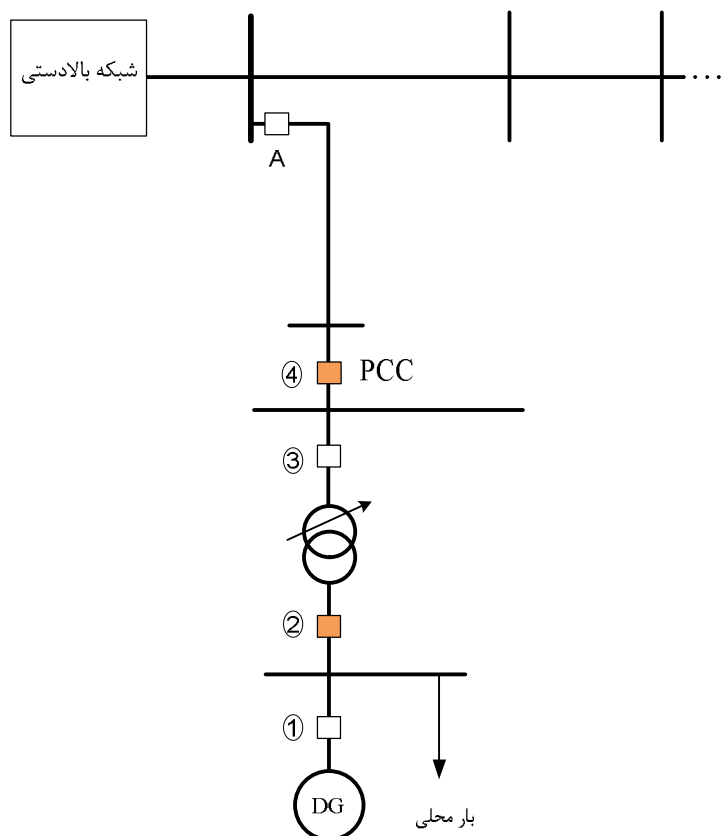


شکل (۲-۸): نیروگاه تولید پراکنده بدون بار محلی

در چنین شرایطی با توجه به اینکه بار محلی وجود ندارد که نیاز به تغذیه توسط مولد در صورت بی‌برق شدن شبکه داشته باشد، در صورت بی‌برق شدن شبکه، مولد نیز بایستی از مدار خارج شود و اجازه تغذیه قسمتی از بار شبکه را به صورت جزیره‌ای و جدا از شبکه ندارد. بنابراین یکی از کلیدهای ۱، ۲، ۳ و یا ۴ می‌تواند به عنوان کلید سنکرون‌کننده در نظر گرفته شود که معمولاً به دلیل هزینه پایین‌تری که کلیدهای سنکرون‌کننده فشارضعیف نسبت به کلیدهای سنکرون‌کننده فشارمتوسط دارند، کلیدهای ۱ یا ۲ به عنوان کلید سنکرون‌کننده در نظر گرفته می‌شوند.

- نیروگاه تولید پراکنده دارای بار محلی متصل به شینه ژنراتور در این طرح، نیروگاه تولید پراکنده شامل بار محلی نیز می‌باشد که این بار محلی مستقیماً به شینه مولد متصل می‌شود. بنابراین در موارد لزوم که شبکه

توزیع به هر دلیلی بی‌برق می‌گردد، مولد می‌تواند به طور مستقل و با رعایت دستورالعمل‌های بهره‌برداری اقدام به تأمین انرژی مورد نیاز بار محلی نماید.



شکل (۲-۹): نیروگاه تولید پراکنده شامل بار محلی متصل به ژنراتور

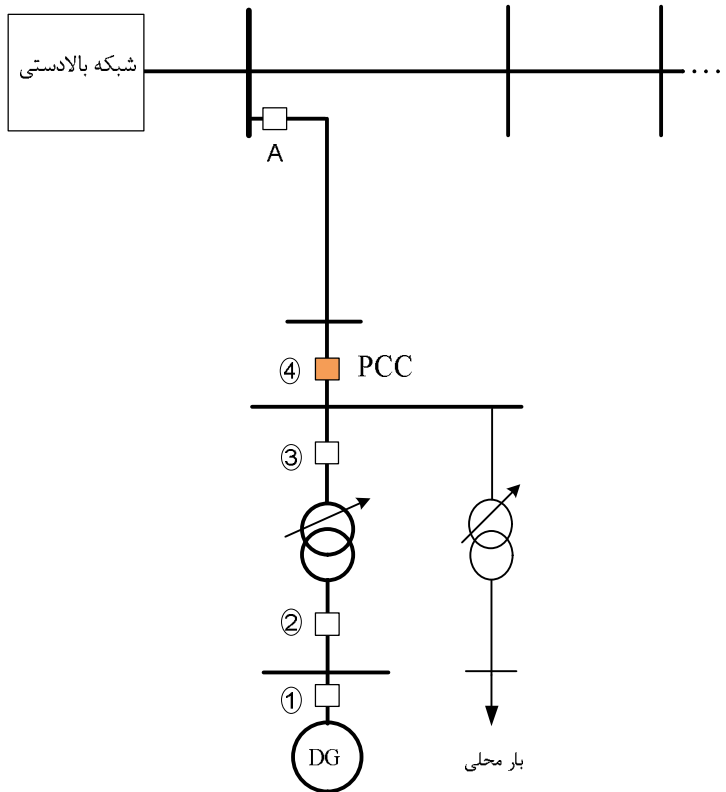
معمولاً در این طرح در صورت بی‌برق شدن شبکه، بار محلی توسط مولد پراکنده تغذیه می‌شود، در چنین شرایطی اگر کلید شماره ۱ به عنوان کلید سنکرون‌کننده در نظر گرفته شود از آنجایی که بسته شدن این کلید به صورت اتوماتیک توسط تابع سنکرونایزینگ انجام می‌شود، در صورتی که شبکه بی‌برق باشد ولی مالک نیروگاه بخواهد بار محلی را به صورت مجزا از شبکه توسط مولد برقرار نماید، به علت بی‌برق بودن یک طرف کلید، این تابع اجازه اتصال به کلید شماره ۱ را نمی‌دهد (منطق سنکرونایزینگ *Live-Live*)، مگر اینکه این تابع را غیرفعال کرده و به صورت دستی کلید را وصل نماید. پیشنهاد می‌شود در صورتی که از طرح اتصال نشان داده شده در شکل ۲-۹ جهت اتصال

بار محلی و مولد به شبکه استفاده گردد، کلید شماره ۲ به عنوان کلید سنکرون کننده در نظر گرفته شود. البته کلیدهای ۳ و ۴ نیز می‌توانند به عنوان کلید سنکرون کننده در نظر گرفته شوند، ولی از آنجایی که کلید سنکرون کننده باید بتواند ۲/۲۵ برابر ولتاژ نامی را در حالت باز تحمل نماید، معمولاً مالک نیروگاه ترجیح می‌دهد که کلیدهای سمت فشارضعیف را به عنوان کلید سنکرون کننده در نظر بگیرد تا در میزان هزینه‌ها صرفه‌جویی شود.

▪ نیروگاه تولید پراکنده با بار محلی متصل به نقطه *PCC*

در این طرح نیز نیروگاه تولید پراکنده شامل بار محلی می‌باشد که این بار محلی از طریق یک ترانسفورماتور مجزا به نقطه اتصال مشترک متصل می‌شود. در این طرح نیز در صورت بی‌برق شدن شبکه، مولد پراکنده می‌تواند با رعایت دستورالعمل‌های بهره‌برداری از مولد به صورت مجزا از شبکه، اقدام به تأمین بار محلی موجود نماید.

در چنین شرایطی، که طرح اتصال آن به صورت شماتیک در شکل ۲-۱۰ نشان داده شده است، در صورت بی‌برق شدن شبکه، مولد باید بتواند به صورت مجزا از شبکه، بار محلی را تأمین نماید. اگر کلیدهای ۱، ۲ و ۳ به عنوان کلید سنکرون کننده در نظر گرفته شوند، به توجه به منطق سنکرونایزینگ حاکم بر این کلیدها (که تابع سنکرون کننده بر اساس برقدار بودن دو سمت کلید و فراهم بودن شرایط سنکرونایزینگ فرمان وصل را صادر می‌کند)، در صورت قطع برق شبکه اجازه وصل شدن کلید داده نمی‌شود، تا در صورت جدا شدن مولد و بار محلی از نقطه *PCC* از شبکه، مولد بتواند بار محلی را جدا از شبکه تغذیه نماید. در چنین شرایطی یا باید تابع سنکرونایزینگ را غیر فعال کرده و ژنراتور را به صورت دستی به بار محلی متصل نمود و یا کلید شماره ۴ را که کلید نقطه اتصال مشترک است به عنوان کلید سنکرون کننده در نظر گرفت.



شکل (۱-۲): نیروگاه تولید پراکنده شامل بار محلی متصل به نقطه اتصال مشترک

- مرکز دیسپاچینگ شرکت برق، پس از دریافت درخواست اتصال مولد به شبکه از طریق مکالمه تلفنی با اپراتور مولد پراکنده، وضعیت شبکه را از نظر حالت‌های مانوری و باز و بسته بودن کلیدهای فیدر محل اتصال مولد به شبکه و ... بررسی می‌کند و در صورتی که فیدر مربوطه برقرار باشد و بهره‌برداری از آن به صورت نرمال انجام گیرد و هیچ‌گونه مشکلی برای اتصال مولد به شبکه وجود نداشته باشد، فرمان اتصال مولد پراکنده به فیدر مربوطه را صادر می‌کند.
- لازم است تمامی مکالماتی که بین اپراتور مولد و بهره‌بردار شبکه انجام می‌گیرد ضبط گردد که در صورت ایجاد مشکل احتمالی بتوان به آن مراجعه نمود.
- چنانچه صدور مجوز اتصال مولد به شبکه توسط بهره‌بردار شبکه، بیشتر از ۱۰ دقیقه (از زمان درخواست شفاهی اپراتور مولد مبنی بر آمادگی اتصال مولد به شبکه) به طول انجامد، مدت زمان آمادگی برابر با فاصله زمانی بین لحظه اعلام درخواست ورود (توسط اپراتور مولد) تا لحظه اعلام مجوز ورود به مدار توسط بهره‌بردار شبکه در نظر گرفته می‌شود.



لازم به ذکر است که اگر مدت زمان صدور مجوز وصل مولد به شبکه کمتر از ۱۰ دقیقه باشد، هزینه آمادگی مولد در نظر گرفته نمی‌شود.

- اپراتور مولد پراکنده اجازه اتصال اولین مولد به شبکه بدون هماهنگی با مرکز دیسپاچینگ را ندارد. در صورت اتصال اولین مولد پراکنده به شبکه بدون هماهنگی با مرکز دیسپاچینگ، شرکت برق می‌تواند در مجوز اتصال مولد به شبکه برق تجدید نظر کرده و مالک نیروگاه را جریمه و یا قیودی را به توافق‌نامه اتصال اضافه کند. جبران کلیه خساراتی که به دلیل اتصال بدون هماهنگی مولد به شبکه رخ دهد، بر عهده مالک نیروگاه می‌باشد. بعد از اتصال موفقیت‌آمیز اولین مولد به شبکه با هماهنگی با بهره‌بردار شبکه، اپراتور می‌تواند سایر مولدها را نیز با شبکه سنکرون نماید.
- در صورت فراهم بودن شرایط فنی، اپراتور مولد مجاز است به هنگام باز بودن کلید نقطه مشترک اتصال و با مسئولیت خود، بار محلی متعلق به مالک نیروگاه را تغذیه نماید. البته جهت ثبت در سوابق، بهتر است ورود و خروج مولد جهت تأمین بار محلی پس از اطلاع به بهره‌بردار شبکه صورت گیرد اما نیازی به اخذ مجوز نیست.


۲-۴-۱-۲- قطع اتصال و کاهش توان مولد پراکنده توسط اپراتور مولد پراکنده

- در صورتی که اپراتور مولد پراکنده به منظور ایجاد مانورهای مورد نیاز در شبکه داخلی و یا در هنگام ایجاد شرایطی در شبکه محلی که نیازمند کاهش توان تولیدی به مقدار بیش از یک مگاوات‌آمپر باشد و یا قبل از خروج دستی مولد یا قطع دستی کلید نقطه اتصال مشترک، لازم است مراتب را به بهره‌بردار شبکه اطلاع دهد و پس از اخذ مجوز، اقدام به انجام آن نماید.
- در چنین حالتی که وضعیت مولد با اطلاع قبلی و صدور مجوز شفاهی از طرف مرکز کنترل تغییر می‌نماید، موارد زیر بایستی رعایت گردد:

- قبل از خروج دستی مولد، با توجه به میزان برق پشتیبان مطابق با قرارداد منعقد شده با شرکت برق و مقدار بار محلی موجود در محل اتصال DG به شبکه، در صورتی که بار محلی موجود در نقطه اتصال بیشتر از میزان برق پشتیبان باشد، مالک نیروگاه موظف است بار محلی خود را کاهش دهد. در غیر اینصورت ممکن است در اثر عملکرد رله حداقل توان، کل بار محلی یا قسمتی از آن با عملکرد رله مربوطه از مدار خارج شود که مسئولیت آن بر عهده مالک نیروگاه است.



- در صورتی که به هر دلیلی، خروج مولد از شبکه برق، کاهش توان تولیدی به میزان بیشتر از یک مگاوات آمپر و یا قطع کلید نقطه مشترک اتصال، منوط به تأیید بهره‌بردار شبکه باشد، کارشناس کنترل شبکه بایستی در مدت ۱۵ دقیقه نسبت به بررسی شرایط و صدور مجوز اقدام نماید که می‌تواند شامل موافقت با درخواست اپراتور مولد و یا درخواست زمان بیشتر برای بررسی وضعیت شبکه و انجام مانور باشد.
 - چنانچه کارشناس بهره‌بردار شبکه اعلام نماید به زمان بیشتری برای انجام مانور در شبکه نیاز است، اپراتور مولد اجازه خروج مولد یا کاهش ظرفیت یا قطع کلید نقطه اتصال مشترک را تا حداکثر ۲ ساعت ندارد. در صورتی که از زمان درخواست اپراتور مولد به مدت بیش از ۲۰ دقیقه هیچ‌گونه نظری از سمت بهره‌بردار شبکه اعلام نشود و همچنین پس از سپری شدن مدت زمان ۲ ساعت، نیازمندی به صدور مجوز از مرکز دیسپاچینگ لغو شده و اپراتور می‌تواند نسبت به انجام مانور اعلام شده قبلی اقدام نماید.
 - چنانچه تعداد خروج پیش‌بینی نشده مولد در یک سال بیش از تعداد تعیین شده در قرارداد فی‌مابین باشد و خروج پیش‌بینی نشده مولد منجر به قطع بخشی از مصرف-کنندگان موجود در شبکه برق شود، شرکت برق مجاز است نسبت به تغییر مفاد توافق-نامه با مالک نیروگاه تجدید نظر نماید. لازم به ذکر است، ۱۵ روز اول بهره‌برداری از مولد پراکنده به صورت موازی با شبکه، جهت رفع مشکلات سیستم حفاظتی و کنترلی مولد، از این قاعده مستثنی می‌باشد. خروج پیش‌بینی نشده شامل موارد زیر می‌باشد:
 - خروج دستی مولد بدون اطلاع به بهره‌بردار شبکه
 - خروج مولد ناشی از عملکرد رله‌های حفاظتی (به جز خروج مولد در اثر خطاهای به وقوع پیوسته در شبکه برق و خروج مولد در اثر جزیره ناخواسته)
- به منظور بررسی موارد فوق مناسب است در پایان هر سال بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده جدولی مشابه زیر توسط بهره‌بردار شبکه تهیه و تکمیل گردد.

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

جدول ۱-۲: گزارش سالانه عملکرد واحد تولید پراکنده

حداکثر مجاز	حداقل مجاز	مقدار	واحد	کمیت مورد بررسی
			خروج	تعداد خروج برنامه ریزی نشده
			ساعت	تعداد ساعت کارکرد (زمان تولید)
			مگاوات ساعت	مقدار انرژی اکتیو تحویلی سالانه
			مگاوار ساعت	مقدار انرژی راکتیو تحویلی سالانه
			مگاوات/ کیلووات	حداکثر توان تحویلی به شبکه

۲-۴-۲- هماهنگی در هنگام انجام مانور و تعمیرات در شبکه و نیروگاه تولید پراکنده

در صورت نیاز به انجام مانور در شبکه موارد زیر باید بین بهره‌بردار شبکه و اپراتور مولد پراکنده هماهنگ گردد:

- در صورتی که مانور در شبکه منجر به جزیره‌ای شدن مولد شود، لازم است بهره‌بردار شبکه حداقل ۲۰ دقیقه قبل از انجام مانور، مراتب را به اطلاع اپراتور مولد برساند. در این شرایط اپراتور مولد یکی از اقدامات زیر را انجام می‌دهد:

○ در صورت وجود بار محلی، اپراتور مولد پس از ایجاد تعادل نسبی بین توان اکتیو و راکتیو تولیدی مولد و مصرفی بار محلی، شرایطی را ایجاد می‌نماید که پس از باز شدن کلید نقطه اتصال مشترک و تغییر مود کنترل‌کننده‌های مولد، شبکه جزیره‌ای محلی با حداقل نوسان به کارکرد عادی خود ادامه دهد و بتواند توان مورد نیاز بار محلی را با کیفیت مناسب تأمین نماید.

○ در صورت عدم وجود بار محلی و نیاز به خروج مولد، اپراتور مولد با رعایت ترتیب اقدامات مورد نیاز، مولد را از مدار خارج می‌نماید تا در اثر بی‌برق شدن شبکه و برداشته شدن بار از روی مولد، تنش مکانیکی به مولد وارد نشود.

پس از پایان مدت زمان ۲۰ دقیقه، شرکت برق مجاز است نسبت به انجام مانور در شبکه برق اقدام نماید. ضمناً در صورت اقدام بهره‌بردار شبکه جهت برقراری تماس با اپراتور مولد، چنانچه اپراتور مولد در دسترس نباشد و تماس موفقیت‌آمیزی برقرار نشود، بهره‌بردار شبکه لازم است تا پایان مدت زمان ۲۰ دقیقه سه مرتبه با اپراتور مولد



تماس بگیرد. در هر صورتی کل زمانی که برای انجام اقدامات مورد نیاز به اپراتور مولد اختصاص می‌یابد، ۲۰ دقیقه (از اولین اقدام کارشناس کنترل شبکه برای تماس) بوده و پس از این زمان لازم است اپراتور مولد فوراً نسبت به قطع مولد یا جدا کردن آن از شبکه اقدام نماید.

○ در صورت نیاز به انجام تعمیرات بلند مدت در داخل نیروگاه تولید پراکنده، بایستی ۷۲ ساعت قبل از خروج مولد، مراتب با مشخص کردن مدت زمان مورد نیاز برای خروج مولد، به صورت مکتوب به امور دیسپاچینگ اطلاع داده شود تا اقدامات مورد نیاز برای بررسی شرایط و مانور احتمالی در شبکه انجام گیرد. در این شرایط لازم است شرکت برق اقدامات مورد نیاز برای تغذیه کل بار موجود در شبکه توزیع را بدون نیاز به مولد (بدون توجه به میزان برق پشتیبان مورد توافق) انجام دهد. در این حالت اپراتور مولد پس از تأیید امور دیسپاچینگ، مجاز به خروج مولد می‌باشد.

- در صورتی که در حین تعمیر خط گرم فیدر فشار متوسط متصل به مولد پراکنده، اتصال کوتاهی توسط پرسنل تعمیرات در فیدر ایجاد شود که منجر به خروج مولد پراکنده از شبکه گردد، هزینه آمادگی به مالک نیروگاه پرداخت خواهد شد.

- در شرایطی که امکان جدا کردن محل تعمیر در یک فیدر فشار متوسط، از شبکه متصل به مولد وجود نداشته باشد، ممکن است فیدر تحت تعمیر به اشتباه از طریق مولد برق‌دار شود. در این صورت لازم است یکی از اقدامات زیر جزء فعالیت‌های جاری گروه تعمیرات باشد:

○ قبل از شروع به کار تیم تعمیرات در فیدر متصل به مولد، پس از مراجعه مسئول مانور به محل نصب مولد، ضمن اطمینان از قطع کلید نقطه اتصال مشترک توسط اپراتور مولد، تعهدنامه کتبی از اپراتور مولد اخذ شود که تا قبل از دریافت مجوز اتصال مجدد مولد به شبکه از طرف بهره‌بردار شبکه، اقدام به اتصال مولد پراکنده به شبکه برق نکند. به طور کلی، در صورت اعلام خاموشی در شبکه، بهره‌بردار موظف است از خروج واحدهای تولید پراکنده از شبکه در قسمت معیوب فیدر مطمئن گردد. این کار با توجه به سیستم پایش وضعیت در مرکز دیسپاچینگ انجام می‌گیرد. وضعیت مولد پراکنده در چنین شرایطی، از طریق اپراتور مستقر در محل واحد تولید پراکنده نیز استعلام می‌گردد. دریافت اطلاعات از اپراتور مولد مستقر در محل واحد تولید پراکنده، جهت اطمینان از قطع تولید پراکنده، با توجه به امکان نقص در ارتباطات از راه دور می‌باشد.



- پرسنل بهره‌بردار شبکه موظفند قبل از هرگونه عملیاتی از قطع منبع تولید پراکنده اطمینان حاصل کرده و تست بی‌برقی و زمین را انجام دهند.
- در داخل پست پاساژ و در محل نقطه اتصال مشترک از یک سکسیونر که قطع و وصل بودن آن به صورت چشمی قابل رؤیت است و قابلیت قفل شدن دارد استفاده شود که قطع و وصل آن توسط مسئول مانور و با مجوز بهره‌بردار شبکه انجام می‌شود. قبل از شروع به تعمیرات در فیدر متصل به مولد، پس از مراجعه مسئول مانور و تعمیرات به محل نصب مولد مراجعه کرده و ضمن اطمینان از قطع کلید نقطه اتصال مشترک توسط اپراتور مولد، سکسیونر مذکور را شخصاً باز نموده و آن را در حالت باز، قفل می‌نماید. در چنین مواردی فقط مسئول مانور پس از پایان تعمیرات و مانور و با مجوز بهره‌بردار شبکه، مجاز به باز کردن قفل سکسیونر و وصل آن می‌باشد.
 - کنترل کلید مولد شامل قطع و وصل مولد از راه دور و توسط بهره‌بردار شبکه به دلیل عدم رعایت الزامات فنی مربوط به ورود و خروج ژنراتور توصیه نمی‌شود. به عبارت دیگر کنترل کلید مولد به دلیل مسائل قراردادی (مالکیتی) و همچنین به منظور رعایت نکات فنی و امکان تغذیه بار محلی متصل به مولد به صورت مجزا از شبکه، توسط اپراتور مولد انجام می‌شود.
 - برای انجام مانور در برخی شبکه‌های توزیع کشور، ابتدا دو فیدر شعاعی توزیع بطور موقت به یکدیگر متصل شده و یک شبکه حلقوی تشکیل می‌دهند و سپس حلقه مذکور از محل دیگری باز می‌شود. در صورتی که مولد پراکنده به یکی از دو فیدر مذکور متصل باشد، موازی کردن موقت دو فیدر در صورتی مجاز است که توالی فاز و اختلاف دامنه و زاویه ولتاژ در محل اتصال دو فیدر، کمتر از مقدار مجاز بیان شده در استانداردها باشد. بر این اساس در صورت عدم امکان بررسی شرایط سنکرونایزینگ مذکور، موازی کردن موقت فیدرهای خروجی در صورت اتصال مولد به یکی از فیدرهای مذکور توصیه نمی‌شود.
 - برای تعمیر و سرویس کلید نقطه اتصال مشترک یا انجام عملیات در شبکه محلی متصل به مولد پراکنده، مطابق دستورالعمل ثابت بهره‌برداری از شبکه فشارمتوسط، باید مولد و بخشی از شبکه که مولد به آن متصل می‌باشد، خاموش و بی‌برق شوند. در همین راستا، بایستی اپراتور مولد فرم تعهدنامه مربوط به عدم ورود بدون مجوز مولد یا



شرکت توانیر

راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه
(الزامات و قیود فنی)

ویرایش: اول

وصل کلید مربوط به مولد را امضاء کند. پس از پایان کار، تعهدنامه مذکور توسط مسئول مانور باطل می‌شود ولی لازم است ورود مجدد مولد به مدار یا وصل کلید نقطه اتصال مشترک، با هماهنگی با بهره‌بردار انجام شود.

○ بهره‌بردار شبکه لازم است زمان دقیق خروج واحد تولید پراکنده از مدار را به همراه توان اکتیو و راکتیو تحویلی قبل از قطع تولید پراکنده ثبت نموده و به بهره‌بردار پست فوق توزیع نیز اطلاع دهد.

۲-۴-۳- هماهنگی در هنگام وصل مجدد منابع تولید پراکنده به شبکه پس از بروز قطعی


- در صورت بروز هرگونه خطا در شبکه برق و خروج مولد مقیاس کوچک از شبکه، وصل مجدد مولد مقیاس کوچک تا زمانی که ولتاژ شبکه در نقطه اتصال مولد به شبکه در محدوده نشان داده شده در جدول ۱-۲ نباشد و یا فرکانس در محدوده ۴۹/۵ تا ۵۰/۵ قرار نگیرد، مجاز نمی‌باشد.

جدول (۲-۲): محدوده ولتاژ جهت وصل مجدد DG به شبکه (استاندارد ANSI C۴۸.۱)

حداکثر	حداقل	
٪ ۱۰۵/۸	٪ ۹۱/۷	ولتاژ نقطه اتصال (درصدی از ولتاژ نامی)

- سیستم متصل‌کننده منبع تولید پراکنده به شبکه بعد از فراهم شدن شرایط فوق و با تأخیر زمانی ۵ دقیقه باید امکان وصل مجدد مولد به شبکه را فراهم کند. و سیستم متصل‌کننده DG به شبکه باید به گونه‌ای طراحی شود که از اتصال DG به شبکه بی‌برق جلوگیری به عمل آید. این یکی از مهمترین آزمایشاتی است که باید در هنگام راه‌اندازی و اتصال DG به شبکه انجام گیرد. در هنگام ایجاد یک قطعی در شبکه که در اثر عملکرد تجهیزات حفاظتی شبکه ایجاد می‌شود، بهره‌بردار DG نباید منبع تولید پراکنده را تا هنگامی که حداقل ۵ دقیقه از برقرار شدن مجدد شبکه گذشته باشد، به شبکه متصل نماید. در مواردی که نیروگاه تولید پراکنده دارای بار محلی باشد و مالک DG بخواهد بارهای خود را در هنگام قطع شبکه از طریق DG تأمین نماید، بهره‌بردار DG باید کلید اصلی نقطه PCC را قطع نماید یا از یک کلید انتقالی^۱ استفاده نماید.

^۱ Transfer Switch or Change over switch

ویرایش: اول	راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)	 شرکت توانیر
-------------	---	--

- پس از برقراری شرایط ارائه شده در جدول ۲-۱ و گذشت ۵ دقیقه از برقرار شدن مجدد شبکه، جهت اتصال مولدهای نیروگاه تولید پراکنده به شبکه باید مراحل ذکر شده در بخش ۲-۴-۱ توسط بهره‌بردار شبکه و اپراتور مولد انجام شود.

۲-۵- مودهای بهره‌برداری از مولدهای پراکنده

برای کلاسهای قدرت ۳ و ۴ و ۵ در همه طرحهای اتصال لازم است کنترل‌کننده سیستم تحریک (*AVR*) دارای قابلیت‌های کنترل ضریب توان (تولید توان با ضریب توان ثابت) و کنترل ولتاژ باشد و همچنین کنترل‌کننده محرک اولیه (گاورنر) هر دو مود کنترل فرکانس *Isochronouse* و کنترل توان با دروپ *Droop* را داشته باشد. جداول زیر قابلیت‌های *AVR* و گاورنرهای موجود را نشان می‌دهد. برای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده برای تامین بار محلی بدون اتصال به شبکه، لازم است مودهای عملکردی مربوط به حالت کاری مجزا از شبکه نیز برای هر دو کنترل‌کننده *AVR* و گاورنر لحاظ گردد.

مودهای کنترلی تنظیم‌کننده ولتاژ

کاربرد	عملکرد	Mode of operation
حالت مجزا از شبکه سراسری	تنظیم ولتاژ	<i>voltage control</i>
حالت متصل به شبکه سراسری	تنظیم ضریب توان	<i>power factor control</i>
حالت متصل به شبکه سراسری	تنظیم توان راکتیو	<i>VAR control</i>

مودهای کنترلی گاورنر سرعت

کاربرد	عملکرد	Mode of operation
حالت مجزا از شبکه سراسری	کنترل سرعت و فرکانس	<i>Isochronouse speed control</i>
حالت متصل به شبکه سراسری	کنترل توان	<i>Droop speedc control</i>

از آنجایی که منابع تولید پراکنده در هنگام بهره‌برداری موازی با شبکه مجاز به تنظیم ولتاژ فعال در باسهای شبکه نیستند، بنابراین، بهره‌برداری از این منابع در حالت موازی با شبکه در مود $\cos \phi$ ثابت انجام می‌شود، یعنی ژنراتور توان اکتیو و راکتیو تولیدی خود را در ضریب توان ثابت به شبکه تحویل می‌دهد. در چنین شرایطی، *AVR* وظیفه دارد تحریک

ژنراتور را به گونه‌ای کنترل کند که ژنراتور در ضریب توان ثابت مورد بهره‌برداری قرار بگیرد و توان تولیدی در این ضریب توان ثابت به شبکه تزریق شود. در این حالت تنظیم ولتاژ بر عهده بهره‌بردار شبکه است و مولد نمی‌تواند به صورت فعال ولتاژ را تنظیم کند.

در حالت اتصال مولد به شبکه برق کنترل‌کننده‌های سیستم تحریک باید در مود عملکردی ضریب توان ثابت و گاورنر در مود عملکردی کنترل توان ثابت باشند. چون در این حالت منبع تولید پراکنده اجازه تنظیم ولتاژ فعال در شبکه برق را ندارد و باید بتواند توان ثابتی را در یک ضریب توان مشخص تولید نماید. لذا نسبت توان راکتیو تزریقی به توان اکتیو همواره ثابت است.

در صورتی که به هر دلیلی (وقوع خطا، انجام مانور، انجام عملیات سرویس و نگهداری و...) فیدر فشار متوسط متصل به مولد بی‌برق شود، به منظور حفظ امنیت و جلوگیری از آثار سوء بهره‌برداری جزیره‌ای مولد، بایستی کلید نقطه اتصال مشترک قطع شود و نیروگاه تولید پراکنده از شبکه جدا گردد. در چنین شرایطی، چنانچه مالک DG بخواهد به منظور تأمین بار محلی متصل به نقطه اتصال مشترک، منبع تولید پراکنده در مدار باقی بماند برای کنترل فرکانس و ولتاژ و حفظ کیفیت توان مورد نیاز بارهای محلی، کنترل‌کننده سیستم تحریک و گاورنر مولد باید شرایط زیر داشته باشند:

- در صورتی که نیروگاه تولید پراکنده شامل یک مولد باشد کنترل‌کننده سیستم تحریک این مولد در مود عملکردی کنترل ولتاژ و گاورنر آن در مود عملکردی کنترل فرکانس قرار می‌گیرد تا بتواند ولتاژ و فرکانس مناسب و ثابت ایجاد نماید و کیفیت توان تحویلی به بار در حد مطلوب باشد.
- در صورتی که نیروگاه تولید پراکنده شامل چندین مولد باشد، یکی از مولدها و یا مجموعه‌ای از مولدهای موجود وظیفه کنترل ولتاژ و فرکانس را بر عهده خواهد داشت که در این مولدها کنترل‌کننده سیستم تحریک در مود کنترل ولتاژ و گاورنر در مود کنترل فرکانس قرار می‌گیرد. در این حالت، گاورنر سایر مولدها در مود کنترل دروپ و سیستم تحریک آنها در مود کنترل ضریب توان (که این ضریب توان باید دارای مقداری مناسب و نزدیک به ضریب توان بار باشد) قرار می‌گیرد. بایستی توجه شود که ایجاد سیستم کنترلی و حفاظتی مناسب و تنظیم مناسب هر یک از کنترل‌کننده‌ها در حالت بهره‌برداری جدا از شبکه بر عهده مالک نیروگاه است به نحوی که کیفیت توان برق تحویلی به بار محلی در حد مطلوب و استاندارد باشد.



تعیین ضریب توان بهره‌برداری از مولد در حالت کار موازی با شبکه توسط بهره‌بردار شبکه و با توجه به نیاز شبکه و پروفیل ولتاژ در طول فیدر تعیین می‌شود. تغییر این ضریب توان که توسط بهره‌بردار شبکه به مالک نیروگاه اعلام می‌شود، بدون مجوز بهره‌بردار شبکه به هیچ وجه امکان‌پذیر نیست. در صورت تغییر ضریب توان بهره‌برداری از مولد پروفیل ولتاژ در نقطه اتصال مولد به شبکه و پروفیل ولتاژ فیدر تغییر خواهد کرد و افزایش یا کاهش ولتاژ در طول فیدر را به دنبال خواهد داشت که این امر می‌تواند عملکرد سایر مصرف‌کننده‌های متصل به فیدر را تحت تأثیر قرار دهد. در صورتی که مالک نیروگاه بخواهد مولد را در ضریب توانی غیر از ضریب توان اعلام شده توسط بهره‌بردار شبکه مورد بهره‌برداری قرار دهد بایستی با کسب مجوز از بهره‌بردار شبکه باشد. بدین منظور بایستی مطالعات نحوه تأثیرگذاری بهره‌برداری از مولد در ضریب توان جدید، بر پروفیل ولتاژ فیدر مربوطه در سناریوهای زیر، توسط مالک نیروگاه انجام شود:

- فیدر در حالت کم‌باری و حضور مولدهای پراکنده در شبکه با حداکثر توان در ضریب توان جدید
 - فیدر در حالت پرباری و حداقل تولید مولدهای پراکنده در ضریب توان جدید
- بعد از انجام مطالعات مربوطه، نتیجه مطالعات به بهره‌بردار شبکه ارائه می‌شود و در صورت صلاحدید بهره‌بردار شبکه، مجوز تغییر ضریب توان بهره‌برداری از مولد در ضریب توان جدید صادر می‌گردد. در صورتی که مالک نیروگاه بدون مجوز بهره‌بردار شبکه اقدام به تغییر ضریب توان بهره‌برداری از مولد نماید، هر گونه خسارتی که در اثر تغییر شرایط بهره‌برداری از مولد برای تجهیزات شبکه و تجهیزات سایر مشترکین در فیدر به وجود آید، بر عهده مالک نیروگاه می‌باشد. در صورت بروز چنین شرایطی، بهره‌بردار شبکه می‌تواند نسبت به لغو مجوز و یا صدور مجوز بهره‌برداری مشروط از مولد اقدام نماید. برای کاهش تنش‌های الکتریکی و مکانیکی وارد بر مولد و شبکه لازم است از رله مخصوص سنکرونازینگ ژنراتور استفاده شود که قادر به کنترل ولتاژ و فرکانس مولد (قبل از اتصال به شبکه) است. در بسیاری از موارد، رله سنکرونازینگ به عنوان یکی از توابع موجود در رله مجتمعی که به منظور کنترل مولد مورد استفاده قرار می‌گیرند، وجود دارد.

۲-۶- اتوماسیون و مانیتورینگ و چگونگی ارتباط با مرکز کنترل دیسپاچینگ

منابع تولید پراکنده در کلاسهای ۳ و ۴ و ۵ (قدرت جمعی بیشتر از ۲۰۰ کیلو وات) باید دارای تجهیزاتی برای مانیتورینگ و اتوماسیون باشند. این تجهیزات باید بتوانند حداقل موارد زیر را برای مرکز کنترل (دیسپاچینگ) شرکت برق ارسال نمایند:



- وضعیت سیستم متصل‌کننده مولد به شبکه (وضعیت کلید PCC)
- توان اکتیو خروجی هر مولد و مجموع
- توان راکتیو خروجی هر مولد و مجموع
- ولتاژ در نقطه اتصال مولد به شبکه

این مانیتورینگ می‌تواند به صورت محلی یا از راه دور باشد.

البته وضعیت درب پست پاساژ نیز یکی از پارامترهایی است که با توافقی که بین مالک DG و بهره‌بردار شبکه انجام می‌شود، می‌تواند مانیتور گردد. ممکن است با توجه به توافقی که بین مالک DG و بهره‌بردار شبکه صورت می‌گیرد، نیاز به مانیتور شدن پارامترهای دیگری نیز باشد که تعیین می‌گردد.

در صورتیکه، مالک DG طبق توافقی که با بهره‌بردار شبکه صورت می‌گیرد، قصد تزریق توان به شبکه را نداشته باشد و فقط بخواهد یک بار محلی را تغذیه کند، در هیچ صورتی DG اجازه تزریق توان به شبکه را ندارد و در صورت قطع بارهای متصل به DG، مولدهای پراکنده نیز باید از شبکه خارج شوند. تعداد و مکان دستگاههای اندازه‌گیری بر اساس مفاد قرارداد بین مالک DG و بهره‌بردار شبکه توافق می‌شود. هنگامی که امکان فروش برق مازاد تولیدی توسط DG وجود دارد، لازم است بهره‌بردار شبکه کنتورهایی را جهت ثبت انرژی ورودی ($kWh (in)$) و انرژی خروجی ($kWh (out)$) نصب کند.

وضعیت اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه برق باید به مرکز دیسپاچینگ ارسال گردد تا بهره‌بردار شبکه از نحوه برقرار شدن فیدر توسط مولد پراکنده مطلع گردد. برای این منظور با توجه به نحوه اتصال واحدهای تولید پراکنده به شبکه، موارد زیر باید لحاظ گردد:

الف- در صورت عدم وجود بار محلی، فقط وضعیت (قطع یا وصل بودن) کلید نقطه اتصال مشترک باید به مرکز دیسپاچینگ ارسال گردد.

ب- در صورت وجود بار محلی، علاوه بر وضعیت کلید نقطه اتصال مشترک، لازم است وضعیت کلید متصل‌کننده تک‌تک ژنراتورها به شبکه با هم OR منطقی شده و به مرکز کنترل ارسال شود. در صورت وجود زیرساخت مخابراتی مورد نیاز، توصیه می‌شود وضعیت کلید کلیه مولدهای موازی به طور جداگانه به مرکز دیسپاچینگ ارسال گردد تا در محاسبه هزینه آمادگی و پیگیری علل وقوع حوادث در شبکه و نیروگاه تولید پراکنده و ... مورد استفاده قرار گیرد.

ج- توصیه می‌شود زمانهای تغییر وضعیت کلیه کلیدهای مذکور به صورت خودکار در مرکز دیسپاچینگ (در نرم‌افزار مرکز دیسپاچینگ) ثبت گردد. برای این منظور، تهیه تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مربوطه در مرکز دیسپاچینگ بر عهده شرکت برق و تأمین، نصب و

راه‌اندازی تجهیزات مورد نیاز برای ارسال سیگنال‌های مذکور تا محل گیرنده‌های مربوطه در مرکز دیسپاچینگ بر عهده مالک نیروگاه نیروگاه تولید پراکنده می‌باشد.

در کلیه شرایطی که هماهنگی بین اپراتور مولد و بهره‌بردار شبکه، منوط به انجام فعالیتی در محل مولد یا شبکه باشد، لازم است این عمل از طریق بسترهای مخابراتی انجام شود که مکالمات مربوط به طور خودکار ضبط می‌شود. ضمناً توصیه می‌شود وسیله ارتباطی در محل نیروگاه تولید پراکنده (مخصوص ارتباط با مرکز دیسپاچینگ) نیز دارای قابلیت ضبط خودکار کلیه مکالمات باشد.

۲-۷- نحوه تأمین مصارف داخلی DG

هر نیروگاه تولید پراکنده‌ای شامل یک سری تجهیزات جانبی مثل تجهیزات کلیدزنی، اندازه‌گیری، اتوماسیون و حفاظتی است که این تجهیزات برای اینکه عملکرد مناسبی داشته باشند، باید دارای یک سیستم تغذیه مناسب با کیفیت توان بسیار مطلوب باشند، تا بتوانند در شرایط مختلف بهره‌برداری اعم از بروز خطا و ... به درستی وظایف خود را انجام دهند. نحوه تأمین این مصارف یکی از مهمترین نکات در طراحی و بهره‌برداری از مولدهای پراکنده به شمار می‌آید.

با توجه به اینکه در صورت بروز اتصال کوتاه در شبکه، مولد پراکنده نیز محل خطا را تغذیه می‌کند، بنابراین، بمنظور اطمینان از قطع سریع جریان عبوری از تجهیزات بکار رفته در شبکه و نیروگاه تولید پراکنده و کاهش تبعات ثانویه حاصل از عبور جریان خطا، موارد زیر قابل توجه می‌باشد:

○ توصیه می‌شود که تغذیه مدار فرمان و *Trip coil* کلید مولد، کلیدهای مربوط به ترانسفورماتور متصل کننده DG به شبکه و کلید محل مشترک اتصال با ولتاژ DC انجام شود. چنانچه برای این منظور از ولتاژ AC استفاده شود ممکن است به هنگام افت ولتاژ شدید که در هنگام بروز خطاهای دوفاز و به ویژه سه‌فاز در شبکه فشار متوسط یا مجاورت مولد رخ می‌دهد، سیستم حفاظتی قادر به باز کردن کلید و رفع سریع خطا نباشد. در این حالت مولد به تغذیه محل خطا ادامه می‌دهد که ممکن است ناپایداری گذرا در مولد و تشدید آسیب به تجهیزات شبکه و محل خطا را به همراه داشته باشد. در نتیجه بمنظور جلوگیری از چنین شرایطی یکی از روشهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- استفاده از ولتاژ DC جهت تغذیه سیستم‌های حفاظتی
- استفاده از ولتاژ تغذیه AC مشروط به اینکه حداقل از سه محل مختلف شامل تغذیه از مولد، تغذیه از شبکه برق متصل به مولد و تغذیه از شبکه پست فشار ضعیف مجاور (که



از طریق فیدر فشارمتوسط با پست متصل به مولد مورد بررسی ارتباط الکتریکی ندارد) تأمین شود و در هر زمان یکی از آنها به شینه تغذیه داخلی سیستم حفاظتی متصل گردد و بقیه در حالت آماده باشند تا در صورت افت ولتاژ یا خروج مسیر اول، به ترتیب و به صورت خودکار از مسیر دوم یا سوم استفاده شود.

▪ استفاده از ولتاژ تغذیه AC مشروط به اینکه علاوه بر تغذیه مدارات فرمان و تریپ سیستم حفاظتی توسط ولتاژ خروجی مولد و همچنین شبکه برق متصل به مولد، از مسیر سومی نیز استفاده شود که به UPS (به عنوان تغذیه پشتیبان) متصل است. لازم به ذکر است که تغذیه کمکی با ولتاژ DC و همچنین تغذیه کمکی با ولتاژ AC و پشتیبانی آن با استفاده از UPS، علاوه بر مبدل الکترونیک قدرت، شامل باتری‌های پشتیبان و باتری شارژرها نیز می‌باشد.

۲-۸- ایجاد جزیره ناخواسته در شبکه

جزیره‌ای شدن به قطع ارتباط و قطع تغذیه مجموعه‌ای از سیستم برق با منبع توان اصلی اطلاق می‌شود که به دلیل از دست رفتن توان یا به دلیل از دست رفتن خطوط ارتباطی ایجاد می‌شود.

برخی از مشکلات بهره‌برداری در شرایط جزیره‌ای عبارتند از:

- امکان اتصال خارج از سنکرون DG به شبکه
- عدم کنترل فرکانس و ولتاژ توسط بهره‌بردار شبکه
- ممکن است هماهنگی سیستم‌های حفاظتی به دلیل تغییر در میزان جریان اتصال کوتاه در دسترس بر هم بخورد که این موضوع امنیت مشترکین را با خطر مواجه خواهد کرد.
- در صورتی که در مدت ایجاد جزیره در شبکه، مولد مقیاس کوچک بارهای مصرف کنندگان جزیره را تغذیه نماید، در صورت ایجاد خسارت به مصرف کنندگان مسئولیت به عهده شرکت برق می‌باشد.

هنگام ایجاد یک جزیره ناخواسته که در آن منبع تولید پراکنده بخشی از شبکه را از طریق نقطه اتصال مشترک تغذیه می‌کند، سیستم حفاظتی مربوط به مولد و تجهیزات ارتباط دهنده مولد با شبکه، باید به وجود آمدن جزیره را تشخیص داده و تزریق توان به شبکه برق را حداکثر در مدت زمان ۲ ثانیه پس از تشکیل جزیره متوقف نماید.

وجود هر یک از موارد زیر ممکن است نیازمندی فوق را برآورده ساخته و آشکارسازی جزیره ناخواسته را امکان پذیر نماید:

- مجموع ظرفیت واحدهای مولدهای مقیاس کوچک کمتر از یک سوم حداقل بار سالیانه شبکه محل اتصال باشد.
- مولد مقیاس کوچک و تجهیزات آن، آزمون‌های مربوط به جزیره‌ای شدن را با موفقیت طی کرده باشند.
- مولدهای مقیاس کوچکی که مجاز به تزریق توان به شبکه نیستند و یا مجاز به تزریق مقدار مشخصی توان به شبکه برق هستند و شامل حفاظت توان معکوس یا حفاظت حداقل توان می‌باشند، در صورتیکه جهت توان از سمت نیروگاه مقیاس کوچک به شبکه برق برعکس می‌شود یا از یک مقدار مشخص بیشتر می‌گردد، از شبکه جدا می‌شوند.
- مولد مقیاس کوچک شامل تجهیزات ضد جزیره‌ای زیر باشد:

۱- سیستم کنترل گاورنر و سیستم کنترل تحریک که توان و ضریب توان را ثابت نگه‌دارند.

۲- رله انتقال تریپ (Transfer trip)

۳- رله‌های نرخ تغییرات فرکانس (ROCOF) و جابجایی فاز (Vector Shift)

اگر ظرفیت مولدهای مقیاس کوچک کمتر از یک سوم حداقل بار سالیانه فیدر محل اتصال آن باشد، در هنگام رخداد خطا و به وجود آمدن جزیره، از آنجایی که ظرفیت مولد به مراتب کوچکتر از حداقل بار فیدر است ولتاژ و فرکانس سریعاً در نقطه محل اتصال مولد به شبکه افت می‌کند که عملکرد رله‌های ولتاژی و فرکانسی را در پی خواهد داشت که منجر به جدا شدن مولد مقیاس کوچک از شبکه خواهد شد.

برای مولدهای مقیاس کوچک با ظرفیت بالاتر از ۱ مگاوات به منظور حصول اطمینان از خروج مولدهای مقیاس کوچک در هنگام رخداد جزیره ناخواسته، باید از سیستم انتقال تریپ استفاده نمود، اما تا زمانی که زیرساخت‌های آن فراهم نشده است می‌توان از رله‌های نرخ تغییرات فرکانس (ROCOF) و جابجایی فاز (Vector Shift) به طور موقت جهت حفاظت ضدجزیره ای استفاده نمود.

- در شبکه‌های شامل منابع تولید پراکنده، وجود ریکلوزر در ابتدای فیدر و در شبکه بالادست DG ، خطراتی را به همراه دارد. ممکن است بعد از بروز یک خطا در شبکه بالادست DG ، کلید قدرت فیدر قطع شود ولی به دلیل نزدیک بودن ظرفیت DG به مقدار بار باقیمانده در شبکه، مولد

پراکنده به شبکه متصل باقی بماند. در این صورت چنانچه ریکلوزر فرمان وصل مجدد کلید را صادر نماید این مسئله باعث اتصال خارج از سنکرون DG با شبکه خواهد شد که خسارات زیادی را برای DG و شبکه به همراه خواهد داشت. این یکی از مهمترین قیود و الزاماتی است که می‌تواند بهره‌برداری از DG در شبکه را با مشکل مواجه کند. بنابراین، باید هماهنگی لازم بین ریکلوزر و سیستم‌های حفاظتی DG صورت گیرد تا از مشکلات ناشی از وصل خارج از سنکرون DG جلوگیری به عمل آید.

به همین منظور، در صورت بروز خطا در شبکه و قطع کلید قدرت فیدر مربوطه و ایجاد حالت جزیره‌ای ناخواسته در شبکه، منبع تولید پراکنده نیز باید ظرف مدت ۲ ثانیه وقوع جزیره در شبکه را تشخیص داده و از شبکه جدا شود. برای این منظور یا باید از سیستم انتقال تریپ استفاده نمود که بعد از قطع کلید قدرت فیدر، بلافاصله یک سیگنال قطع به منبع تولید پراکنده می‌فرستند و باعث قطع DG از شبکه می‌شود و یا توابع حفاظتی مناسبی جهت تشخیص جزیره در محل DG اندیشیده شود که ظرف مدت ۲ ثانیه بعد از قطع کلید قدرت فیدر، فرمان قطع DG را صادر کنند. همچنین زمان اولین وصل مجدد ریکلوزر باید بیشتر از ۲ ثانیه در نظر گرفته شود تا از وصل شدن خارج از سنکرون DG به شبکه جلوگیری به عمل آید.

۲-۹- سایر قیود فنی بهره‌برداری

- ادامه بهره‌برداری از مولد در حالت اتصال به شبکه، منوط به رعایت کلیه نکات فنی، ایمنی و قراردادی توسط اپراتور مولد و مالک نیروگاه می‌باشد. به عبارت دیگر عدم رعایت نیازمندیهای مذکور ممکن است بنا به تشخیص شرکت برق و در قالب توافق‌نامه سالیانه منجر به لغو مجوز اتصال مولد به شبکه برق و یا اتصال مشروط آن گردد.
- اگر در اثر بهره‌برداری از منبع تولید پراکنده، شکایات و مشکلات ناشی از افزایش و کاهش ولتاژ و یا ایجاد فلیکر در شبکه برای سایر مشترکین افزایش یابد، مالک DG باید منبع تولید پراکنده خود را تا هنگامی که مشکل برطرف شود، از شبکه جدا نماید.
- تمامی تنظیمات حفاظتی مربوط به تجهیزات حفاظتی مورد استفاده در نقطه اتصال مشترک باید با توجه به دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده و با تأیید بهره‌بردار شبکه انجام شود. در صورتی که بعد از تأیید تنظیمات حفاظتی توسط بهره‌بردار شبکه، مالک نیروگاه بخواهد برخی از تنظیمات حفاظتی را به دلیل تغییر در شبکه محلی یا هر دلیل دیگری، تغییر دهد، باید با ارائه مستندات




لازم و انجام مطالعات هماهنگی حفاظتی با تنظیمات جدید مورد نظر و ارائه نتایج آن به شرکت برق، حتماً تأیید بهره‌بردار شبکه برق را بگیرد و با مجوز بهره‌بردار شبکه اقدام به تغییر تنظیمات حفاظتی نماید. در غیر اینصورت، هر گونه خساراتی که در اثر تغییر غیر مجاز تنظیمات حفاظتی در شبکه رخ دهد بر عهده مالک نیروگاه می‌باشد و بهره‌بردار شبکه می‌تواند نسبت به لغو مجوز یا اجازه بهره‌برداری مشروط برای مولد پراکنده اقدام نماید.

- در صورتی که مالک DG بخواهد به هر دلیل موارد زیر را در داخل نیروگاه تولید پراکنده تغییر دهد، باید مراتب را به اطلاع بهره‌بردار شبکه رسانده و بعد از بررسی و تأیید بهره‌بردار شبکه، نسبت به اعمال تغییرات اقدام نماید:

- تغییر اساسی در ساختار داخلی یا تجهیزات شبکه داخلی
 - تغییر ترانسفورماتور مورد استفاده در شبکه داخلی
 - تغییر کلیدهای مورد استفاده در شبکه داخلی با مشخصه‌های متفاوت
 - تغییر رله‌ها و سایر تجهیزات حفاظتی مورد استفاده در شبکه داخلی
 - تغییر پیکربندی شبکه داخلی و یا به عنوان مثل خارج از مدار کردن یکی از واحدها
 - ...
- تغییر تنظیمات تجهیزات حفاظتی
 - تغییر تنظیمات رله‌های مختلف مانند رله‌ای جریانی، ولتاژی، فرکانسی و ...
- تغییر تجهیزات کنترلی
 - تغییر تنظیمات مربوط به تولید
 - تغییر تنظیمات $\cos \phi$
 - ...
- تغییر سخت‌افزاری یا تغییر تنظیمات تجهیزات مانیتورینگ و اتوماسیون
 - استفاده از تجهیزاتی با مشخصه‌های متفاوت از تجهیزات اولیه و یا تغییر تنظیمات در سیستم مانیتورینگ

۳- جمع بندی

در این راهنما الزامات و قیود فنی مرتبط با بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده که در بهره‌برداری از شبکه توزیع نیز تاثیر گذار هستند مورد بررسی قرار گرفت. شایان ذکر است هدف این راهنما تدوین دستورالعمل بهره‌برداری از شبکه توزیع در حضور منابع تولید پراکنده نیست، بلکه در وهله اول ارائه

<p>ویرایش: اول</p>	<p>راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه (الزامات و قیود فنی)</p>	 <p>شرکت توانیر</p>
--------------------	---	--

نکاتی است که اپراتورهای منابع تولید پراکنده رعایت آنها برای بهره‌برداری ایمن از مولدها عدم ایجاد مشکلات بعدی برای خود مولد و همچنین برای شبکه برق بالادست آنها الزامی است و در مرحله بعد هدف آشنا نمودن بهره‌برداران با اصول بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده و نحوه تعامل اپراتورهای آنها با بهره‌برداران شبکه می‌باشد.

در این راستا در این راهنما ابتدا چگونگی در مدار آوردن مولدهای پراکنده در حالتها بدون بار محلی و دارای بار محلی (با ترانسفورماتور مستقل و بدون آن) از حالت خاموش یا در حال تأمین بار محلی مورد بررسی قرار گرفت. سپس در مورد نحوه هماهنگی و تعامل بین بهره‌بردار شبکه و اپراتور مولد برای حصول شرایط ایمن و بهره‌برداری مطمئن از شبکه و مولد مطالبی عنوان گردید. در ادامه ضمن معرفی مولدهای بهره‌برداری از مولدهای پراکنده اشاره گردید که بهره‌برداری از این مولدها در حالت متصل به شبکه باید در مود ضریب توان ثابت صورت گیرد. سپس موضوع اتوماسیون و مانیتورینگ و چگونگی ارتباط با مرکز کنترل دیسپاچینگ شرکت برق مطرح گردید. در مورد نحوه تأمین برق مصارف داخلی نیروگاههای تولید پراکنده با توجه به اهمیت عملکرد صحیح سیستمهای حفاظتی و قطع کننده‌ها الزامات مورد نظر بیان گردید. در ادامه راجع به علل ایجاد جزیره ای شدن ناخواسته و مخاطرات آن و روشهای آشکارسازی و غلبه بر آن از منظر بهره‌برداری نکاتی ارائه گردید.

در خاتمه راجع سایر قیود فنی مانند لزوم رعایت کلیه نکات فنی، ایمنی و قراردادی توسط اپراتور مولد، لزوم جدا نمودن مولد از شبکه در صورت وصول شکایات و مشکلات ناشی از افزایش و کاهش ولتاژ و یا ایجاد فلیکر در شبکه، لزوم اخذ تایید از بهره‌بردار شبکه برای تغییر تنظیمات مربوط به تجهیزات حفاظتی مورد استفاده در نقطه اتصال مشترک یا هرگونه تغییر در تجهیزات اصلی مورد استفاده در سیستم اتصال نیروگاه تولید پراکنده نیز مطرح و مورد بحث قرار گرفت.