تاریخ : ۱۴۰۰/۴/۷
شماره : ۱۱/۱۷۱۳
پیوست : دارد

بسمه تعالی

«سال تولید؛ پشتیبانی‌ها؛ مانع‌زدایی‌ها»
(مقام‌معظم‌رهبری)

مدیران عامل محترم شرکت های توزیع نیروی برق
مدیران عامل محترم شرکت‌های برق منطقه‌ای

موضوع: ابلاغ نسخه جدید دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده

باسلام و احترام

با عنایت به اهمیت روزافزون نقش منابع تولید پراکنده در شبکه برق ایران و لزوم اصلاح ساز و کارهای موجود در این حوزه هم از منظر فنی و هم از منظر غیرفنی، نسخه جدید «دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق ایران» مطابق آخرین استانداردهای جهانی برای اتصال منابع اینورتری و غیراینورتری، پس از بحث و بررسی در کمیته‌های تخصصی به پیوست به تمامی شرکت‌های زیر مجموعه ابلاغ می‌گردد.

دستورالعمل مذکور دارای پیوست‌هایی با عناوین ذیل بوده و از این پس در تمامی شرکت‌های زیرمجموعه لازم الاجرا است:

پیوست الف. الزامات اداری و رویه‌های اجرایی اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه؛

پیوست ب. راهنمای انجام مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق؛

پیوست ج. راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده و ملاحظات توابع حفاظتی؛

پیوست د. راهنمای آزمون تجهیزات جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق ؛

پیوست ه. راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه.

ضمناً نسخه الکترونیکی این دستورالعمل و پیوست‌های مربوطه بطور کامل در سایت http://www.tavanir.org.ir/dm/dmnezarat/ قابل دسترسی است.

محمد حسن متولی زاده
رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل

رونوشت :
- معاونت هماهنگی توزیع جهت اطلاع

mh-20k.1400.4.6

شرکت توانیر
معاونت هماهنگی توزیع
دفتر مهندسی و راهبری شبکه

دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق ایران

کد سند: TAV ۱۱٤-۰۱/۰۳

شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق ایران

دریافت کنندگان سند:

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

کد سند	تاریخ تهیه	تاریخ بازنگری	شماره آخرین بازنگری
TAV۱۱٤-۰۱/۰۳	اسفند۱۳۹۲	خرداد۱۴۰۰	۰۳

تهیه کننده	تائید کننده	تصویب کننده
مدیر کل دفتر مهندسی و راهبری شبکه مسعود صادقی خمامی	معاونت هماهنگی توزیع غلامعلی رخشانی‌مهر	مدیرعامل شرکت توانیر محمدحسن متولی‌زاده
امضاء:	امضاء:	امضاء:

http://www.tavanir.org.ir/dm/dmnezarat/

Scanned with CamScanner

فهرست مطالب **صفحه**

۱- هدف ۱۱
۲- محدودهٔ اجرا ۱۱
۳- مسئولیت ۱۱
۴- مراجع اصلی ۱۲
۵- تعاریف و مفاهیم ۱۴
۶- کلاس‌ها و طرح‌های اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۲۰
۶-۱- طبقه‌بندی منابع تولید پراکنده با توجه به قدرت نامی ۲۰
۶-۲- طرح‌های مجاز اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه با توجه به قدرت نامی ۲۰
۶-۳- دسته‌بندی عملکردی منابع تولید پراکنده در شرایط عادی و غیرعادی ۲۲
۶-۳-۱- دسته‌بندی عملکردی در شرایط عادی ۲۳
۶-۳-۲- دسته‌بندی عملکردی در شرایط غیرعادی ۲۳
۶-۳-۳- تعیین گروه‌های عملکردی ۲۴
۷- حداکثر ظرفیت قابل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۲۹
۸- مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۳۱
۸-۱- مطالعات پخش بار در حالت عادی و اضطراری ۳۲
۸-۲- مطالعات اتصال کوتاه ۳۵
۸-۳- مطالعات کیفیت توان ۳۸
۸-۴- مطالعات هماهنگی حفاظتی ۴۲
۸-۵- مطالعات دینامیکی و پایداری گذرا ۴۶
۸-۶- مطالعات سیستم زمین ۴۹
۸-۷- فلوچارت انجام مطالعات ۵۰
۹- شرایط فنی و محدوده پارامترهای شبکه جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۵۲
۹-۱- نقطه مرجع ۵۳
۹-۲- ولتاژهای قابل اعمال ۵۳
۹-۳- دقت اندازه‌گیری ۵۴
۹-۴- توقف تولید ۵۵

۹-۵- قابلیت کنترل ۵۶
۹-۶- ورود به سرویس ۵۶
۹-۷- تنظیم ولتاژ ۵۷
۹-۸- هماهنگی با سیستم زمین شبکه ۶۰
۹-۹- سنکرون شدن با شبکه ۶۰
۹-۱۰- هماهنگی تبادل توان ۶۱
۹-۱۱- تجهیزات جداسازی ۶۲
۹-۱۲- پاسخ به اغتشاشات ولتاژ ۶۳
۹-۱۲-۱- الزامات تریپ ولتاژ ۶۳
۹-۱۲-۲- الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ ۶۴
۹-۱۳- پاسخ به اغتشاشات فرکانس ۷۰
۹-۱۳-۱- الزامات تریپ فرکانس ۷۰
۹-۱۳-۲- الزامات گذر از اغتشاشات فرکانس ۷۰
۹-۱۴- شرایط خطا و قطع فاز ۷۴
۹-۱۵- هارمونیک ۷۵
۹-۱۶- فلیکر ۷۶
۹-۱۷- جریان DC ۷۷
۹-۱۸- تغییرات سریع ولتاژ (RVC) ۷۸
۹-۱۹- مشارکت در اضافه ولتاژ ۷۸
۹-۲۰- فرو رزونانس ۷۹
۹-۲۱- حفاظت در برابر تداخل الکترومغناطیس ۸۰
۹-۲۲- تحمل ضربه ۸۱
۹-۲۳- جزیره‌ای شدن ۸۱
۹-۲۴- قابلیت توان راکتیو و کنترل ولتاژ/توان ۸۳
۹-۲۴-۱- مقدمه ۸۳
۹-۲۴-۲- قابلیت توان راکتیو ۸۳
۹-۲۴-۳- کنترل ولتاژ و توان راکتیو ۸۵

۹-۲۴-۴- کنترل ولتاژ و توان اکتیو ۹۱
۹-۲۴-۵- الزامات توان راکتیو ۹۲
۹-۲۵- مانیتورینگ، تله‌متری و فرمان از راه دور ۹۴
۹-۲۵-۱- الزامات قابلیت همکاری ۹۵
۹-۲۵-۲- الزامات مانیتورینگ، کنترل و تبادل اطلاعات ۹۵
۹-۲۵-۳- کنترل از راه دور ۱۲۴
۹-۲۵-۴- جمع‌بندی ۱۲۵
۹-۲۶- مخابرات ۱۲۵
۹-۲۷- امنیت سایبری ۱۳۱
۱۰- حداقل تجهیزات مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۱۳۲
۱۱- آزمون‌های مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۱۳۹
۱۱-۱- آزمون‌های راه اندازی ۱۳۹
۱۱-۲- آزمون‌های دوره‌ای ۱۴۰
۱۲- الزامات و قیود فنی بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه ۱۴۱
۱۳- اسناد و مدارک پیوست ۱۴۳
۱۳-۱- پیوست الف: الزامات اداری و رویه‌های اجرایی اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۱۴۴
۱۳-۲- پیوست ب: راهنمای انجام مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۱۴۵
۱۳-۳- پیوست ج: راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده و ملاحظات توابع حفاظتی ۱۴۶
۱۳-۴- پیوست د راهنمای آزمون تجهیزات جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه ۱۴۷
۱۳-۵- پیوست ه: راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه ۱۴۸

پیش‌گفتار

یکی از اهداف اصلی وزارت نیرو در سال‌های اخیر، توسعه استفاده از منابع تولید پراکنده و انرژی‌های تجدیدپذیر در شبکه برق بوده است. بر این اساس، "دستورالعمل توسعه‌ی مولد مقیاس کوچک" در سال ۱۳۸۷ توسط وزارت نیرو ابلاغ گردید. همچنین جهت نیل به هدف مذکور، برنامه‌ریزی‌های لازم برای تدوین دستورالعمل اتصال به شبکه منابع تولید پراکنده توسط شرکت توانیر صورت گرفت و ویرایش اول آن در سال ۱۳۸۸ با عنوان "دستورالعمل اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه توزیع نیروی برق" و ویرایش دوم آن در سال ۱۳۹۲ با عنوان "دستورالعمل اتصال به شبکه منابع تولید پراکنده (مولدهای مقیاس کوچک)" تهیه و ابلاغ شد.

از آنجایی که دستورالعمل‌های قبلی تنها برای منابع تولید پراکنده غیر اینورتری (مولدهای مقیاس کوچک مبتنی بر ژنراتور سنکرون با محرک اولیه موتور گازسوز یا توربین گاز) تهیه شده بود، در سال ۱۳۹۶ پروژه‌ای در پژوهشگاه نیرو به منظور تکمیل دستورالعمل برای منابع تولید پراکنده اینورتری و به‌روزرسانی بخش‌های مختلف آن انجام شد.

بر اساس نتایج پروژه فوق الذکر و در عین حال با توجه به توسعه استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در شبکه‌های قدرت، موضوع بروزرسانی دستورالعمل و پیوست‌های مرتبط تحت مأموریت ویژه‌ای با عنوان "بروزرسانی دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه" با حوزه پوششی وسیع‌تر و با لحاظ نمودن آخرین ویرایش سری استانداردهای IEEE ۱۵۴۷، در سال ۱۳۹۸ به دفتر مهندسی و راهبری شبکه ابلاغ و در این راستا شرکت توزیع نیروی برق استان همدان به عنوان شرکت همکار اصلی پروژه انتخاب شد. در نتیجه، ویرایش سوم دستورالعمل با عنوان "دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق ایران" تهیه و ابلاغ گردید.

مهم‌ترین تغییرات ویرایش حاضر دستورالعمل در مقایسه با ویرایش قبلی عبارت است از:

- **تغییر عنوان دستورالعمل به صورت "دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه"**
- **اضافه شدن مباحث مرتبط با منابع تولید پراکنده اینورتری**
- **به‌روزرسانی دستورالعمل بر اساس استاندارد IEEE ۱۵۴۷-۲۰۱۸ (Amendment ۱-۲۰۲۰)**
- **تکمیل بخش تعاریف و مفاهیم**
- **اضافه شدن گروه‌های عملکردی منابع تولید پراکنده در شرایط عادی و غیرعادی**
- **اضافه شدن بخش حداکثر ظرفیت قابل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه**
- **تکمیل بخش مطالعات فنی تهیه طرح اتصال**

- **به‌روزرسانی بخش شرایط فنی و محدوده پارامترهای شبکه جهت اتصال منابع تولید پراکنده (تکمیل برخی بخش‌ها و اضافه شدن بخش‌های جدید)**
- **تکمیل بخش پاسخ به اغتشاشات ولتاژ و فرکانس و اضافه شدن مباحث مرتبط با قابلیت گذر از اغتشاشات ولتاژ و فرکانس**
- **به‌روزرسانی مباحث کیفیت توان و جداول مربوطه**
- **اضافه شدن بخش قابلیت توان راکتیو**
- **به‌روزرسانی و تکمیل بخش مانیتورینگ**
- **اضافه شدن بخش‌های مخابرات و امنیت سایبری**
- **به‌روزرسانی تجهیزات جانبی مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه (خصوصاً توابع حفاظتی مورد نیاز)**
- **به‌روزرسانی پیوست‌های دستورالعمل**

دستورالعمل حاضر توسط همکاران گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست پژوهشگاه نیرو، آقایان دکتر امیر حسین محمدزاده نیاکی، دکتر مجتبی گیلوانژاد و دکتر آرمان صفایی، و با هدایت و نظارت آقایان دکتر مسعود صادقی خمامی، مهندس مهرداد صمدی، دکتر مهیار قلی‌زاده و مهندس میلاد بی‌آزار از شرکت توانیر و آقایان مهندس شیرزاد جمشیدی و مهندس محمدرضا اژدردل از شرکت توزیع نیروی برق استان همدان تهیه و تدوین گردیده است.

پس از ارسال دستورالعمل تهیه شده به کلیه ذینفعان مشتمل بر همه شرکت‌های توزیع نیروی برق و شرکت‌های برق منطقه‌ای سراسر کشور و دریافت نظرات، بیش از ۳۰ جلسه کارگروه تخصصی با حضور اعضای اصلی زیر (به ترتیب حروف الفبا) برای بررسی بخش‌های مختلف دستورالعمل و پیوست‌های آن تشکیل شد و در نهایت، دستورالعمل حاضر مورد تأیید نهایی قرار گرفت.

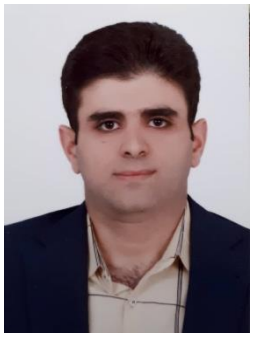
جدول اسامی شرکت‌کنندگان اصلی در جلسات تدوین دستورالعمل به ترتیب حروف الفبا

ردیف	نام و نام خانوادگی	سازمان متبوع
۱	محمدرضا اژدردل همدانی	شرکت توزیع استان همدان
۲	میلاد بی‌آزار قادیکلائی	شرکت توانیر
۳	معین عابدینی	دانشگاه تهران
۴	رحیم عجبی فرشباف	شرکت توزیع شهر تبریز
۵	مهیار قلی‌زاده	شرکت توانیر
۶	امیر حسین محمدزاده نیاکی	پژوهشگاه نیرو
۷	رضا محمدی چبنلو	دانشگاه شهید بهشتی
۸	حسین مخدومی	شرکت توزیع استان کردستان
۹	مهدی مرزبانی	شرکت توزیع استان خراسان رضوی

مهیار قلی‌زاده

- دکتری برق قدرت، دانشگاه صنعتی شریف
- سرپرست معاون مدیر کل در مهندسی شبکه توزیع، شرکت توانیر
- زمینه‌های تخصصی: مهندسی شبکه توزیع و انرژی‌های تجدیدپذیر

میلاد بی‌آزار قادیکلائی



- کارشناسی ارشد برق قدرت، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
- کارشناس مطالعات سیستم و روش‌های طراحی، شرکت توانیر
- زمینه‌های تخصصی: مهندسی شبکه توزیع و انرژی‌های تجدیدپذیر

امیر حسین محمدزاده نیاکی

- دکتری برق قدرت، دانشگاه تهران
- عضو هیأت علمی گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست، پژوهشگاه نیرو
- زمینه‌های تخصصی: منابع تولید پراکنده، شبکه‌های هوشمند و حفاظت سیستم‌های قدرت

محمدرضا اژدردل همدانی

- کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی، مرکز آموزش مدیریت وزارت نیرو
- مدیر دفتر بازار برق، شرکت توزیع نیروی برق استان همدان
- زمینه‌های تخصصی: نصب و راه‌اندازی نیروگاه‌های CHP و خورشیدی و مطالعات اتصال به شبکه مولدهای تولید پراکنده

مهدی مرزبانی

- کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
- مدیر دفتر بازار برق، شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان رضوی
- زمینه‌های تخصصی: نیروگاه‌های خورشیدی، بادی و CHP، مدیریت انرژی، اقتصاد برق و روش‌های تأمین منابع مالی

رحیم عجبی فرشباف

- دکتری برق قدرت، دانشگاه صنعتی سهند
- کارشناس مخابرات و اتوماسیون و عضو کمیته تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق شهر تبریز
- زمینه‌های تخصصی: شبکه‌های توزیع، تولیدات پراکنده، اتوماسیون، مخابرات، تله‌متری و اسکادا

رضا محمدی چبنلو

- دکتری مهندسی برق، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی برق دانشگاه شهید بهشتی
- زمینه‌های تخصصی: حفاظت سیستم‌های قدرت، شبکه‌های توزیع فعال و شبکه‌های هوشمند

حسین مخدومی

- کارشناسی ارشد برق قدرت، دانشگاه علم و صنعت ایران
- رئیس گروه مطالعات و طراحی، شرکت توزیع نیروی برق استان کردستان
- زمینه‌های تخصصی: طراحی و مطالعات فنی-اقتصادی شبکه‌های توزیع، هوشمندسازی و بازار برق

معین عابدینی

- دکتری برق قدرت، دانشگاه تهران
- عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران
- زمینه‌های تخصصی: دینامیک، پایداری و حفاظت شبکه

البته علاوه بر اعضای ذکر شده در فوق، از خبرگان و متخصصان مرتبط با هر حوزه در جلسه مربوطه دعوت به عمل آمد و نظرات ارزنده ایشان در تکمیل دستورالعمل مورد استفاده قرار گرفت که بدینوسیله از زحمات آقایان مهندس ارسطو صادقیان از شرکت توانیر، دکتر هژیر قاسم‌نژاد از شرکت توزیع جنوب استان کرمان، مهندس ایرج افشار از شرکت توزیع استان همدان، مهندس علی یکتا از شرکت توزیع شهر مشهد و مهندس نقی اکبرپور از شرکت توزیع تهران بزرگ سپاسگزاری می‌شود.

در راستای نیل به هدف توسعه استفاده از منابع تولید پراکنده، اجرای کامل مفاد دستورالعمل حاضر توسط کلیه ذینفعان مورد تأکید و انتظار می‌باشد. همچنین از همه صاحب‌نظران و متخصصان ذیربط که با در اختیار قرار دادن دانش فنی و وقت گران‌بهای خود در نگارش، بازنگری و تأیید دستورالعمل حاضر مشارکت نموده‌اند، قدردانی می‌گردد.

مقدمه

با حرکت سیستم‌های قدرت از ساختار سنتی به سمت ساختار رقابتی، پیش‌بینی می‌شود منابع تولید پراکنده نقشی مهم و اساسی را در صنعت برق ایفا نمایند. منابع تولید پراکنده، منابع تولید توان الکتریکی هستند که به صورت پراکنده در شبکهٔ برق برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز مصرف‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند و مستقیماً به شبکه برق یا محل مصرف‌کننده متصل می‌شوند. با توجه به اتصال این مولدها به شبکه به منظور بهره‌برداری بهتر و ایمن‌تر از شبکه برق، باید از دستورالعمل‌ها و استانداردهای اتصال و بهره‌برداری از این مولدها استفاده گردد.

این دستورالعمل، حداقل الزامات فنی مورد نیاز جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه‌های برق را ارائه می‌نماید و شامل موارد زیر است:

۱. **مراحل درخواست نصب و اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه**
۲. **اسناد مربوطه و پیوست‌های مورد نیاز آن شامل فرم‌ها و مشخصات ملزومات فنی**
۳. **حداقل تجهیزات و مطالعات فنی مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق**
۴. **انجام آزمون‌ها و راه‌اندازی این مولدها**

این دستورالعمل جایگزین کلیه دستورالعمل‌هایی که تا قبل از ابلاغ این دستورالعمل تحت عنوان دستورالعمل‌های اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک صادر شده‌اند، گردیده و لازم‌الاجرا می‌باشد.

الزامات اداری و رویه‌های اجرایی اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه مشتمل بر دستور انجام کار و فرم‌های مربوطه در **پیوست الف** این دستورالعمل ارائه شده است. همچنین به منظور آشنایی با جنبه‌های مختلف اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه، چهار گزارش با عناوین زیر به عنوان راهنما به پیوست این دستورالعمل ارائه گردیده است:

- **پیوست ب. راهنمای انجام مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق**
- **پیوست ج. راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده و ملاحظات توابع حفاظتی**
- **پیوست د. راهنمای آزمون تجهیزات جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق**
- **پیوست ه. راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه**

۱- هدف

هدف از این دستورالعمل، ارائه روند کلی طی مراحل درخواست و نصب منابع تولید پراکنده در شبکه و اطمینان از رعایت حداقل الزامات فنی مورد نیاز جهت اتصال این مولدها به شبکه‌های برق و بهره‌برداری ایمن از آنها می‌باشد.

۲- محدودهٔ اجرا

محدودهٔ اجرای این دستورالعمل، اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری (از جمله منابع فتوولتاییک، پیل سوختی و ...) و منابع تولید پراکنده غیر اینورتری (مبتنی بر ژنراتور سنکرون با محرک اولیه موتور گازسوز (GE) یا توربین گاز (GT) و ...) با ظرفیت حداکثر تا ۲۵ مگاوات به سطوح ولتاژ فشار ضعیف (۴۰۰ ولت) و فشار متوسط (۱۱ کیلوولت، ۲۰ کیلوولت و ۳۳ کیلوولت) شبکه‌های توزیع برق یا باس فشار قوی پست‌های فوق توزیع (۶۳، ۶۶ یا ۱۳۲ کیلوولت) می‌باشد.

۳- مسئولیت

مسئولیت اجرای این دستورالعمل حسب مورد و با توجه به طبقه‌بندی صورت گرفته در جدول ۲ بر عهدهٔ شرکت‌های توزیع نیروی برق و شرکت‌های برق منطقه‌ای می‌باشد.

تبصره ۱: در مورد منابع تولید پراکنده که از طریق فیدر فشارضعیف عمومی (طرح ۱) یا فیدر فشارضعیف اختصاصی (طرح ۲) یا فیدر فشار متوسط عمومی (طرح ۳) به شبکه متصل می‌شوند شرکت‌های توزیع نیروی برق مسئولیت اجرای این دستورالعمل و بررسی، تأیید و تصویب درخواست متقاضیان را بر عهده دارند.

تبصره ۲: در مولدهایی که از طریق فیدر فشار متوسط عمومی (طرح ۳) به شبکه متصل می‌شوند و قدرت دو مگاوات و بالاتر دارند هرچند شرکت‌های توزیع نیروی برق مسئولیت اجرای این دستورالعمل و بررسی، تأیید و تصویب درخواست متقاضیان را برعهده دارند ولی مراتب موافقت با اتصال آنها به شبکه باید به اطلاع شرکت برق منطقه‌ای ذیربط برسد.

تبصره ۳: مولدهایی که از طریق فیدر فشار متوسط اختصاصی به شبکه متصل می‌شوند (طرح ۴) و یا از طریق خط فوق توزیع اختصاصی به سمت فشارقوی پست فوق توزیع متصل می‌شوند (طرح ۵)، مسئولیت اجرای این دستورالعمل و بررسی، تأیید و تصویب درخواست متقاضیان بر عهده شرکت برق منطقه‌ای ذیربط می‌باشد.

۴- مراجع اصلی

۱. "تعیین شرایط فنی اتصال به شبکه انواع منابع تولید پراکنده"، پژوهشگاه نیرو، بهمن ۱۳۹۹.

۲. "دستورالعمل فنی و اجرایی اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه"، پژوهشگاه نیرو، بهمن ۱۳۹۶.

۳. IEEE Std ۱۵۴۷™-۲۰۱۸(A۲۰۲۰), "IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces".

۴. IEEE Std ۱۵۴۷,۱™-۲۰۰۵(R۲۰۱۱)(A۲۰۱۵), "IEEE Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems".

۵. IEEE Std ۱۵۴۷,۲™-۲۰۰۸, "IEEE Application Guide for IEEE Std ۱۵۴۷™, IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems".

۶. IEEE Std ۱۵۴۷,۳™-۲۰۰۷, "IEEE Guide for Monitoring, Information Exchange, and Control of Distributed Resources Interconnected with Electric Power Systems".

۷. IEEE Std ۱۵۴۷,۴™-۲۰۱۱, "IEEE Guide for Design, Operation, and Integration of Distributed Resource Island Systems with Electric Power Systems".

۸. IEEE Std ۱۵۴۷,۶™-۲۰۱۱, "IEEE Recommended Practice for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems Distribution Secondary Networks".

۹. IEEE Std ۱۵۴۷,۷™-۲۰۱۳, "IEEE Guide for Conducting Distribution Impact Studies for Distributed Resource Interconnection".

۱۰. IEC TS ۶۲۷۸۶-۲۰۱۷, "Distributed energy resources connection with the grid".

۱۱. "دستورالعمل توسعه‌ی مولد مقیاس کوچک"، وزارت نیرو، امور برق و انرژی، ۱۳۸۷.

۱۲. "دستورالعمل ثابت بهره‌برداری شبکه‌های فشار متوسط"، شرکت توانیر، معاونت هماهنگی توزیع، دفتر نظارت بر توزیع، ۱۳۹۶.

۱۳. "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده"، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، معاونت راهبری، دفتر مهندسی و نظارت، تیر ۱۳۹۹.

۱۴. "دستورالعمل اجرایی سیستم اتصال زمین شبکه‌های توزیع"، شرکت توانیر، معاونت هماهنگی توزیع، دفتر نظارت بر توزیع، ۱۳۹۳.

۵- تعاریف و مفاهیم

منبع تولید پراکنده[۱]:

مجموعه‌ای از دستگاه‌ها یا تاسیسات، به صورت یک واحد تولید برق است که بهره‌برداری از آن به صورت متصل به شبکه برق از نظر فنی امکان‌پذیر بوده و ظرفیت عملی آن در محل اتصال به شبکه برق از ۲۵ مگاوات بیشتر نباشد. مجموعه چند مولد که این شرط در مورد مجموع ظرفیت آنها رعایت شود و در یک نقطه به شبکه برق متصل شوند نیز، به عنوان منبع تولید پراکنده در نظر گرفته می‌شوند.

شرکت برق:

در این دستورالعمل، شرکت برق شامل شرکت توزیع نیروی برق و یا شرکت برق منطقه‌ای می‌باشد.

نقطهٔ اندازه‌گیری:

نقطه‌ای است که انرژی الکتریکی تولیدی توسط منابع تولید پراکنده، با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری منصوبه اندازه‌گیری شده و تحویل شرکت برق می‌شود.

آزمون‌های راه اندازی:

آزمون‌هایی که به منظور تأیید عملکرد مناسب منابع تولید پراکنده، بر روی کلیهٔ تجهیزات منابع تولید پراکنده قبل از اتصال این مولدها به شبکه (بهره‌برداری موازی) انجام می‌شود.

آزمون‌های دوره‌ای:

آزمون‌هایی که برای اطمینان از عملکرد صحیح تجهیزات منابع تولید پراکنده در دوره‌های زمانی مشخص انجام می‌گیرد.

توان منصوبه:

مقدار ظرفیت نامی AC منبع تولید پراکنده

توان عملی تولید:

حداکثر مقدار توان AC که منبع تولید پراکنده در شرایط واقعی و محیطی محل نصب می‌تواند تولید کند.

توان تزریقی:

مقدار توان AC است که از سمت منبع تولید پراکنده به شبکه تزریق می‌شود. این توان بین مالک منبع تولید پراکنده و بهره‌بردار شبکه قابل توافق است و حداکثر مقدار آن برابر توان عملی تولید منبع تولید پراکنده می‌باشد.

[۱] Distributed Generation: DG یا Distributed Energy Resource: DER

مشاور متقاضی منبع تولید پراکنده:

شرکتی که دارای گواهینامه صلاحیت مشاوره مرتبط از سازمان برنامه و بودجه کشور است و سرمایه‌گذار (متقاضی) جهت انجام مطالعات فنی اتصال منبع تولید پراکنده، به شرکت برق معرفی می‌کند.

تبصره ۱: معرفی اعضای هیأت علمی گروه قدرت دانشگاه‌های کشور به عنوان مشاور در صورتیکه انعقاد قرارداد با معاونت پژوهشی دانشگاه انجام شود، با تأیید شرکت برق بلامانع است.

تبصره ۲: هزینه انجام مطالعات و خدمات ارائه شده توسط این شرکت مشاور بر عهده متقاضی می‌باشد.

مشاور شرکت برق:

شرکت صلاحیت داری که شرکت برق در صورت نیاز به هزینه خود به منظور بررسی و ارزیابی فنی مطالعات انجام شده توسط مشاور سرمایه‌گذار و انجام مطالعات شبکه و ارائه اصلاحات در طرح پیشنهادی توسط سرمایه‌گذار انتخاب می‌کند. این شرکت باید دارای گواهینامه صلاحیت مرتبط از سازمان برنامه و بودجه کشور به عنوان مشاور بوده و صلاحیت وی در زمینه نیروگاه‌های تولید پراکنده باید مورد تأیید شرکت برق نیز باشد.

واحد جلب مشارکت:

برای معرفی ساختگاه‌های مناسب احداث منبع تولید پراکنده، راهنمایی سرمایه‌گذار، حمایت از سرمایه‌گذاری در احداث منابع تولید پراکنده و صدور مجوزهای لازم، واحدهای جلب مشارکت در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق با اختیارات کافی تشکیل شده‌اند.

معرفی‌نامه:

نامه‌ای است که به موجب آن، شخص حقیقی و یا حقوقی برای انجام بررسی‌های مقدماتی در خصوص احداث مولد در یک ساختگاه یا محدوده معین به سازمان‌های مرتبط معرفی می‌شود. مدت اعتبار معرفی‌نامه ۶ ماه است که با تشخیص شرکت برق تا ۳ ماه قابل تمدید می‌باشد.

موافقت‌نامه اولیه:

این مدرک برای تدارک مستندات لازم جهت انجام مطالعات فنی اتصال به شبکه، تمهید مراحل فنی و اجرایی احداث مولد و در نهایت اخذ پروانه احداث کاربرد دارد. بدیهی است صدور این موافقت‌نامه به منزله تأیید نهایی طرح اتصال و احداث مولد نمی‌باشد. مدت اعتبار موافقت‌نامه ۶ ماه از تاریخ صدور آن است که با تشخیص شرکت برق تا ۳ ماه قابل تمدید می‌باشد.

پروانه احداث:

سندی است که به موجب آن دارنده سند اجازه می‌یابد با رعایت استانداردهای فنی و سایر مشخصات و شرایطی که در پروانه ذکر شده است، نسبت به احداث (نصب) مولد اقدام کند. مدت اعتبار پروانه احداث یک سال از تاریخ صدور آن است که با تشخیص شرکت برق تا ۶ ماه قابل تمدید می‌باشد.

بار محلی:

باری که به صورت موازی با منبع تولید پراکنده و قبل از نقطه اتصال مشترک (نقطه PCC) متصل است و به صورت محلی توسط منبع تولید پراکنده قابل تامین است.

جزیره:

به قطع ارتباط و قطع تغذیه مجموعه‌ای از شبکه برق (بالاتر 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 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.

تبصره ۳: دستورالعمل حاضر مربوط به اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه است و لذا کارکرد جزیره‌ای (جدا از شبکه) منابع تولید پراکنده در محدوده این دستورالعمل نبوده و نیازمند بررسی و مطالعات مقتضی می‌باشد.

توقف تولید[۱]:

توقف تحویل توان اکتیو در شرایط حالت ماندگار و گذرا و محدودیت در تبادل توان راکتیو

تریپ:

ممانعت از برگشت سریع به سرویس که می‌تواند شامل جداسازی باشد.

گذر از اغتشاش (ایستادگی در مقابل اغتشاش)[۲]:

توانایی تحمل اغتشاشات ولتاژ یا فرکانس در محدوده‌های تعیین شده و ادامه کار طبق روال مشخص شده

[۱] Cease to Energize
[۲] Ride-through

بازیابی خروجی[۱]:

بازگشت عملکرد منبع تولید پراکنده به حالت قبل از تغییرات غیرعادی ولتاژ یا فرکانس که به عملکرد گذر از اغتشاش منبع تولید پراکنده منجر شده است.

عملکرد پیوسته[۲]:

تبادل جریان بین منبع تولید پراکنده و سیستم قدرت، درحالی که به شبکه قدرت ناحیه‌ای متصل است و ولتاژ و فرکانس در مقادیر تعیین شده هستند.

عملکرد الزامی[۳]:

تداوم تبادل جریان اکتیو و راکتیو منبع تولید پراکنده با شبکه قدرت ناحیه‌ای به صورت از پیش تعیین شده، با وجود اغتشاشات ولتاژ و فرکانس در شبکه قدرت ناحیه‌ای با شدت و مدت زمان معلوم در محدوده‌های مشخص شده.

قطع آنی[۴]:

توقف تولید سیستم قدرت به صورت موقت، در حالیکه به شبکه قدرت ناحیه‌ای متصل است، در پاسخ به اغتشاشات ولتاژ و فرکانس با قابلیت بازیابی آنی خروجی پس از بازگشت ولتاژ و فرکانس به محدوده تعریف شده.

عملکرد مجاز[۵]:

حالت عملکردی که منبع تولید پراکنده در پاسخ به اغتشاشات ولتاژ و فرکانس با عملکرد الزامی یا قطع آنی گذر می‌کند.

واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده[۶]:

یک واسط محلی قادر به برقراری ارتباط برای پشتیبانی از الزامات تبادل اطلاعات مشخص شده در این دستورالعمل

قابلیت همکاری[۷]:

قابلیت دو یا چند شبکه، سیستم، تجهیز، برنامه کاربردی و یا جزء برای تبادل و یا استفاده آسان از اطلاعات به طور ایمن و موثر.

---

۱ Restore output
۲ Continuous Operation
۳ Mandatory Operation
٤ Momentary Cessation
٥ Permissive Operation
٦ Local DER communication interface
۷ Interoperability

شبکه قدرت محلی[۱]:

یک سیستم قدرت الکتریکی که به طور کامل در یک محل قرار گرفته است.

شبکه قدرت ناحیه‌ای[۲]:

شبکه برق توزیع یا فوق توزیعی که شبکه قدرت محلی را تغذیه می‌کند. این شبکه با توجه به هر یک از طرح‌های پنج‌گانه می‌تواند تحت مالکیت شرکت توزیع نیروی برق یا شرکت برق منطقه‌ای باشد.

نقطه اتصال مشترک[۳]:

نقطه اتصال بین شبکه قدرت ناحیه‌ای و شبکه قدرت محلی است. در واقع نقطه PCC همان نقطه‌ای است که تجهیزات اندازه‌گیری در آنجا نصب می‌شوند.

نقطه اتصال منبع تولید پراکنده[۴]:

نقطه‌ای که منبع تولید پراکنده به صورت الکتریکی در شبکه قدرت محلی متصل می‌شود (شامل بارهای موجود در شبکه قدرت محلی نمی‌شود).

نقطه مرجع[۵]:

محلی که الزامات اتصال مشخص شده در این دستورالعمل اعمال می‌شود.

نکته: به طور کلی، نقطه‌ای که مالکیت بین منبع تولید پراکنده و شبکه برق عوض می‌شود به عنوان نقطه PCC در نظر گرفته می‌شود. در واقع نقطه PCC مرز بین مالکیت منبع تولید پراکنده و مالکیت شرکت برق است. به عنوان مثال، اگر منبع تولید پراکنده با یک ترانسفورماتور به شبکه متصل شود و مالک منبع تولید پراکنده مالک آن ترانسفورماتور باشد، نقطه PCC ترمینال فشار قوی ترانسفورماتور می‌باشد. نقطه PoC همیشه ترمینال خروجی منبع تولید پراکنده است.

کلید مولد:

کلید مجاور منبع تولید پراکنده که برای همه انواع منابع تولید پراکنده در همه کلاس‌ها و طرح‌های اتصال وجود دارد. در ژنراتورهای سنکرون این کلید مجهز به سیستم سنکرون کننده است.

کلید قدرت:

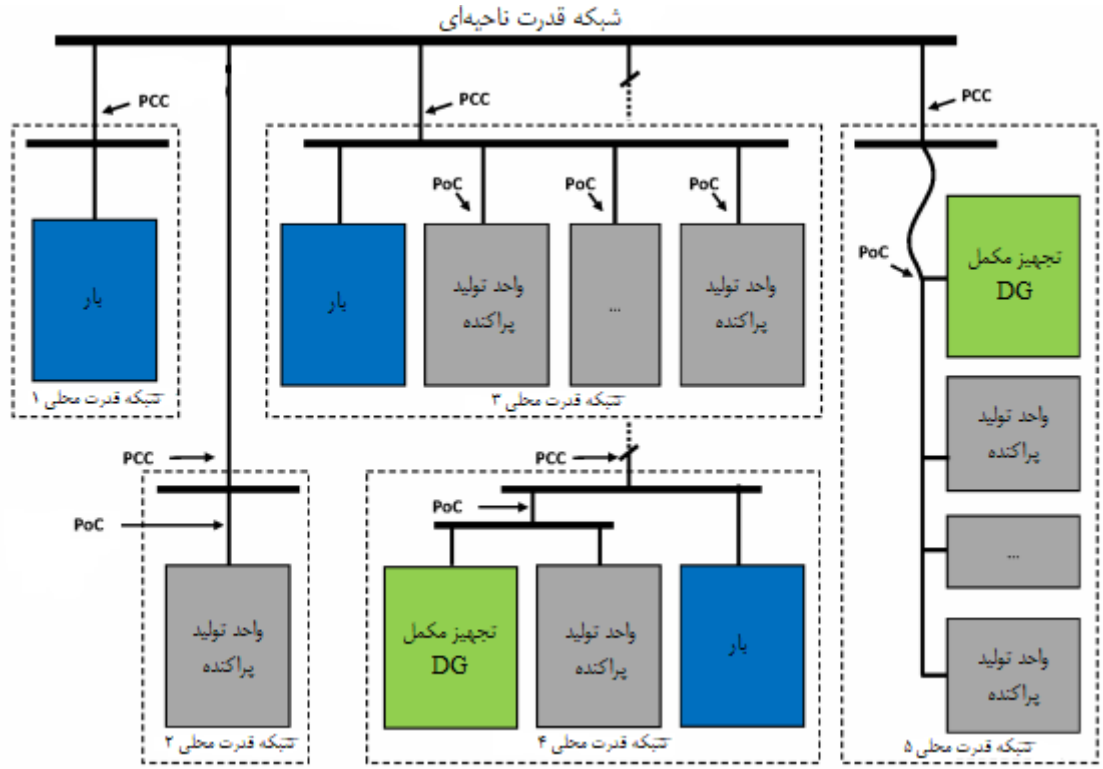
کلید فشار متوسط یا فشار قوی که در سمت فشار قوی ترانسفورماتور متصل‌کننده منبع تولید پراکنده به شبکه قرار دارد. این کلید، فقط در طرح‌هایی که منبع تولید پراکنده به شبکه فشار متوسط یا فشار قوی متصل می‌شود (طرح‌های اتصال ۳، ۴ و ۵ مطابق بخش ۶-۲) وجود دارد.

---

[۱] Local Electric Power System: Local EPS
[۲] Area Electric Power System: Area EPS
[۳] Point of Common Coupling: PCC
[۴] Point of DER Connection: PoC
[۵] Reference Point of Applicability: RPA

سایر تعاریف منطبق بر دستورالعمل توسعهٔ مولدهای مقیاس کوچک می‌باشد.

این دستورالعمل برای اتصال بر مبنای ظرفیت نامی تجمیعی همه واحدهای تولید پراکنده که داخل شبکه قدرت محلی هستند، کاربرد دارد. تجهیزات مکمل دیگری نیز ممکن است با منابع تولید پراکنده به کار گرفته شوند تا نیازمندی‌های اتصال برآورده شوند. جهت شفاف‌تر شدن موضوع، این ارتباطات در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: حالت‌های مختلف اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

۶- کلاس‌ها و طرح‌های اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

۶-۱- طبقه‌بندی منابع تولید پراکنده با توجه به قدرت نامی

از آنجاییکه مسائل فنی مربوط به اتصال منابع تولید پراکنده به شبکهٔ برق (مانند حداقل تجهیزات جانبی مورد نیاز جهت اتصال صحیح این مولدها به شبکه و مکان اتصال این مولدها به شبکه و مسئولیت اجرای این دستورالعمل) می‌تواند به طور چشمگیری با قدرت نامی مولدها تغییر کند، بنابراین، از لحاظ قدرت نامی این مولدها مطابق جدول ۱ در ۵ کلاس طبقه‌بندی می شوند.

جدول ۱: طبقه‌بندی منابع تولید پراکنده با توجه به مقادیر قدرت نامی (توان منصوبه)

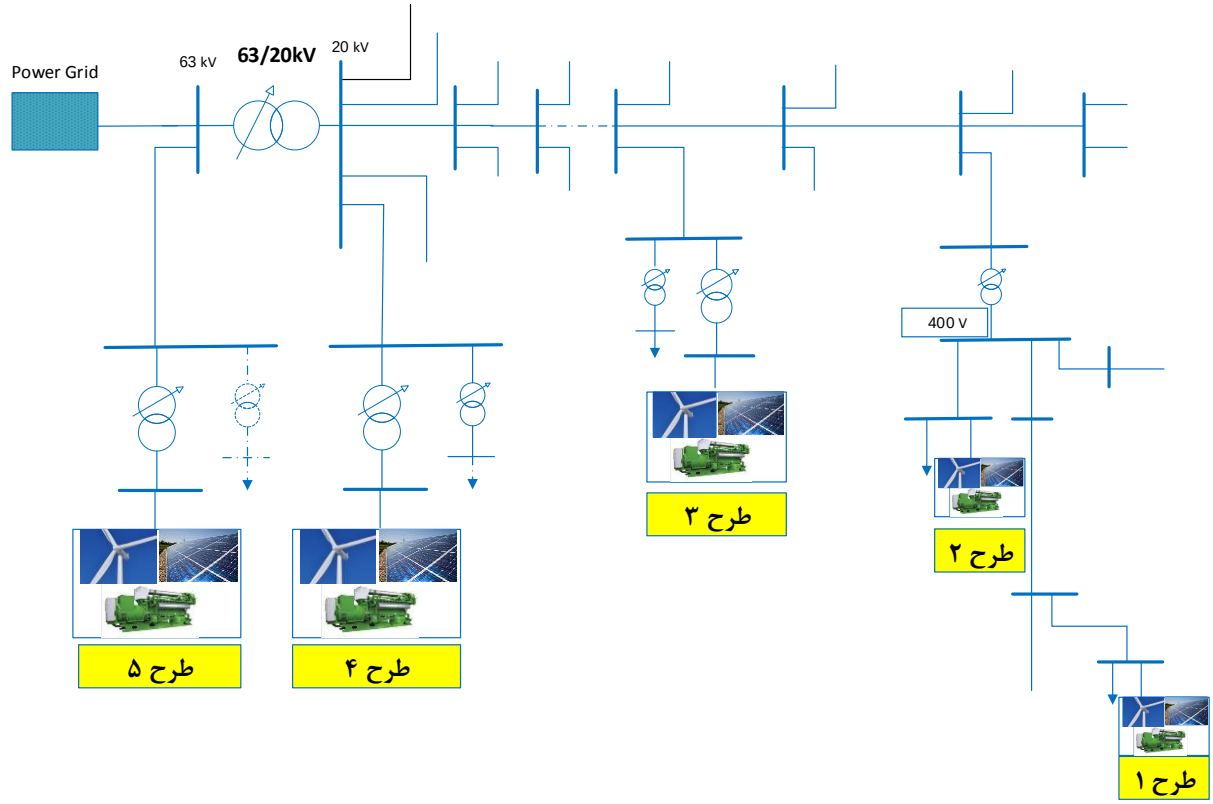
کلاس	مقادیر قدرت نامی
کلاس ۱	کمتر از **۲۰ کیلووات**
کلاس ۲	مساوی یا بیشتر از **۲۰ کیلووات** و کمتر از **۲۰۰ کیلووات**
کلاس ۳	مساوی یا بیشتر از **۲۰۰ کیلووات** و کمتر از **۱۰۰۰ کیلووات**
کلاس ۴	مساوی یا بیشتر از **۱ مگاوات** و مساوی یا کمتر از **۷ مگاوات**
کلاس ۵	بیشتر از **۷ مگاوات** و مساوی یا کمتر از **۲۵ مگاوات**

تبصره ۱: طبقه‌بندی فوق برای مولدهای سه‌فاز می‌باشد. منابع تولید پراکنده تکفاز با ظرفیت حداکثر تا ۵ کیلووات جزو کلاس ۱ می‌باشند و مولدهای بیش از ۵ کیلووات امکان اتصال به شبکه به صورت تکفاز را ندارند.

تبصره ۲: ممکن است منابع تولید پراکنده با ظرفیت نامی بیش از ۲۵ مگاوات تا حداکثر ۳۰ مگاوات هم در لیست پیشنهادهای سرمایه‌گذاران باشد، در اینصورت، به شرط عدم تجاوز قدرت عملی منبع از ۲۵ مگاوات در نقطه اتصال، مسئولیت اظهارنظر فنی و امکان‌سنجی با شرکت برق منطقه‌ای بوده و با توجه به معیارهای فنی و حداکثر ظرفیت قابل اتصال (Hosting Capacity) تعیین می‌گردد.

۶-۲- طرح‌های مجاز اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه با توجه به قدرت نامی

با توجه به طبقه‌بندی صورت گرفته در جدول ۱، مولدها با توجه به کلاس قدرتی که در آن قرار می‌گیرند از طریق یک یا دو طرح خاص می‌توانند به شبکه متصل شوند. طرح‌هایی که برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، در شکل ۲ نمایش داده شده‌اند.



شکل ۲: طرح‌های اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق

- **طرح ۱: اتصال از طریق فیدر فشار ضعیف عمومی**
- **طرح ۲: اتصال از طریق فیدر فشار ضعیف اختصاصی**
- **طرح ۳: اتصال از طریق فیدر فشار متوسط عمومی**
- **طرح ۴: اتصال از طریق فیدر فشار متوسط اختصاصی**
- **طرح ۵: اتصال از طریق خط فوق توزیع اختصاصی به سمت فشارقوی پست فوق توزیع**

طرح‌های مجاز که با توجه به مجموع توان نامی منابع تولید پراکنده می‌توان برای اتصال این منابع به شبکه مورد استفاده قرار داد، در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: ارتباط طرح‌ها با کلاس‌های مجاز برای اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه با توجه به قدرت نامی

	کلاس۱	کلاس۲	کلاس۳	کلاس۴	کلاس۵
طرح ۱	*				
طرح ۲	*	*			
طرح ۳		*	*	*	
طرح ۴				*	*
طرح ۵					*

با توجه به جدول ۲ مشخص می‌شود که برخی از کلاس‌های منابع تولید پراکنده را نمی‌توان از طریق برخی از طرح‌های خاص به شبکه برق متصل نمود. به عنوان مثال اتصال مولدهای کلاس ۲ از طریق طرح ۵ به شبکه مجاز نیست.

باید توجه شود که طرح‌های ارائه شده در جدول ۲، طرح‌های پیشنهادی برای اتصال هر کلاس قدرت می‌باشند و در نهایت نتیجه مطالعات اتصال‌کوتاه و پخش‌بار تعیین کننده طرح مناسب برای اتصال مولد پراکنده به شبکه است. به عنوان مثال، نتایج مطالعات پخش‌بار و اتصال‌کوتاه مشخص می‌کند که در یک فیدر خاص، آیا یک مولد کلاس ۴ می‌تواند از طریق طرح ۳ به شبکه متصل شود و یا باید از طریق طرح ۴ به شبکه متصل شود.

برای سایر کلاس‌ها و طرح‌های ارائه شده در جدول ۲ نیز به همین صورت نتایج مطالعات پخش‌بار و اتصال‌کوتاه تعیین‌کننده طرح مناسب برای اتصال مولدهای پراکنده به شبکه خواهد بود.

۶-۳- دسته‌بندی عملکردی منابع تولید پراکنده در شرایط عادی و غیرعادی

علاوه بر دسته‌بندی فوق، دسته‌بندی‌های دیگری برای منابع تولید پراکنده در شرایط عادی و غیرعادی تحت عنوان دسته‌بندی عملکردی[۱] وجود دارد که بر مبنای ویژگی‌های منابع تولید پراکنده از قبیل تکنولوژی، کاربرد، متغیر بودن توان تولیدی و ویژگی‌های خاص نقطه اتصال مشترک با شبکه قدرت ناحیه‌ای می‌باشد. نفوذ سریع و فزاینده منابع تولید پراکنده در شبکه قدرت، نیاز به مجموعه محدودی از ویژگی‌های خاص عملکرد منبع تولید پراکنده را ایجاد نموده است، خصوصاً با توجه به موارد زیر:

[۱] Performance categories

- مشارکت منبع تولید پراکنده در مدیریت ولتاژ و توان راکتیو شبکه قدرت ناحیه‌ای
- قابلیت‌های گذر از اغتشاشات ولتاژ و فرکانس که برای حفظ امنیت شبکه برق و کیفیت توان شبکه قدرت ناحیه‌ای ضروری است.

۶-۳-۱- دسته‌بندی عملکردی در شرایط عادی

با توجه به الزامات عملکردی تنظیم ولتاژ و قابلیت توان راکتیو، منابع تولید پراکنده به دو گروه تقسیم می‌شوند (شرایط عادی):

- گروه A: حداقل قابلیت‌های عملکردی مورد نیاز برای تنظیم ولتاژ شبکه قدرت ناحیه‌ای را در بر می‌گیرد و از زمان انتشار این دستورالعمل برای تمام فناوری‌های منابع تولید پراکنده قابل دستیابی است. این سطح از عملکرد برای کاربردهایی که نفوذ منابع تولید پراکنده در سیستم توزیع کمتر است، و جایی که کل توان خروجی منابع تولید پراکنده در معرض تغییرات زیاد و مکرر نیست، کافی تلقی می‌شود.
- گروه B: تمام الزامات مورد نیاز گروه A و قابلیت‌های تکمیلی مورد نیاز برای یکپارچگی مناسب منابع تولید پراکنده در شبکه‌های قدرت محلی را در بر می‌گیرد. این سطح از عملکرد برای کاربردهایی که در آن نفوذ تجمیعی منابع تولید پراکنده بیشتر است یا در جایی که کل توان خروجی منابع تولید پراکنده در معرض تغییرات زیاد و مکرر است، در نظر گرفته می‌شود.

۶-۳-۲- دسته‌بندی عملکردی در شرایط غیرعادی

همچنین ۳ گروه برای پاسخ به شرایط غیرعادی شبکه قدرت ناحیه‌ای تعریف می‌شود:

- گروه I: بر مبنای نیازهای ضروری پایداری/قابلیت اطمینان شبکه انتقال[۱] است و برای تمام فناوری‌های منابع تولید پراکنده قابل دستیابی است.
- گروه II: تمام نیازهای پایداری/قابلیت اطمینان شبکه انتقال را پوشش می‌دهد و با استانداردهای قابلیت اطمینان موجود هماهنگ است تا از تریپ برای دامنه وسیع‌تری از اغتشاشات مربوط به پایداری شبکه انتقال جلوگیری کند.

[۱] Bulk Power System: BPS

- گروه III: بر مبنای نیازهای پایداری/قابلیت اطمینان شبکه انتقال و نیازهای قابلیت اطمینان / کیفیت توان سیستم توزیع می‌باشد و با الزامات اتصال موجود برای نفوذ بسیار بالای منابع تولید پراکنده هماهنگ است.

نکته: گروه‌های A و B در دسته‌بندی شرایط عادی و گروه‌های I، II و III در دسته‌بندی شرایط غیرعادی ذاتاً به یکدیگر مرتبط نیستند. اما قویاً پیشنهاد می‌شود که گروه I با گروه A در نظر گرفته شود و گروه‌های II و III با گروه B.

۶-۳-۳- تعیین گروه‌های عملکردی

قبل از اینکه به تعیین گروه‌های بالا پرداخته شود، باید یک دسته‌بندی سیستماتیک از انواع منابع تولید پراکنده ارائه گردد. لیست زیر ویژگی‌های منابع تولید پراکنده که باید در نظر گرفته شود، می‌باشد (البته این لیست جامع نیست):

- فن‌آوری تبدیل توان مانند ژنراتور سنکرون، ژنراتور القایی، ژنراتور تغذیه دوگانه، اینورتر منبع ولتاژ و غیره
- منبع انرژی اولیه مانند خورشیدی، بیوگاز، سوخت فسیلی، آبی، بادی و غیره.
- محرک اولیه یا نوعی از تبدیل منبع انرژی اولیه مانند موتورهای رفت و برگشتی، توربین، پیل سوختی و غیره.
- کاربرد منبع تولید پراکنده مانند تولید همزمان برق و حرارت[۱]، تولید برق تجاری، تولید پشتیبان برای تاسیسات مهم، مشتریان خرد خودتامین[۲]، بازیافت سوخت زباله‌ها و غیره.
- فاکتورهای مرتبط با PCC در شبکه قدرت ناحیه‌ای مانند فیدرهای با نفوذ بالا، مناطق با نفوذ بالای ناحیه‌ای منبع تولید پراکنده، فیدرهای اختصاصی توزیع، قدرت نسبی سیستم، محل PCC در یک فیدر خاص و غیره.
- تغییرات توان خروجی برخی منابع تولید پراکنده (مانند سلول‌های فتوولتائیک)
- سایر ویژگی‌ها

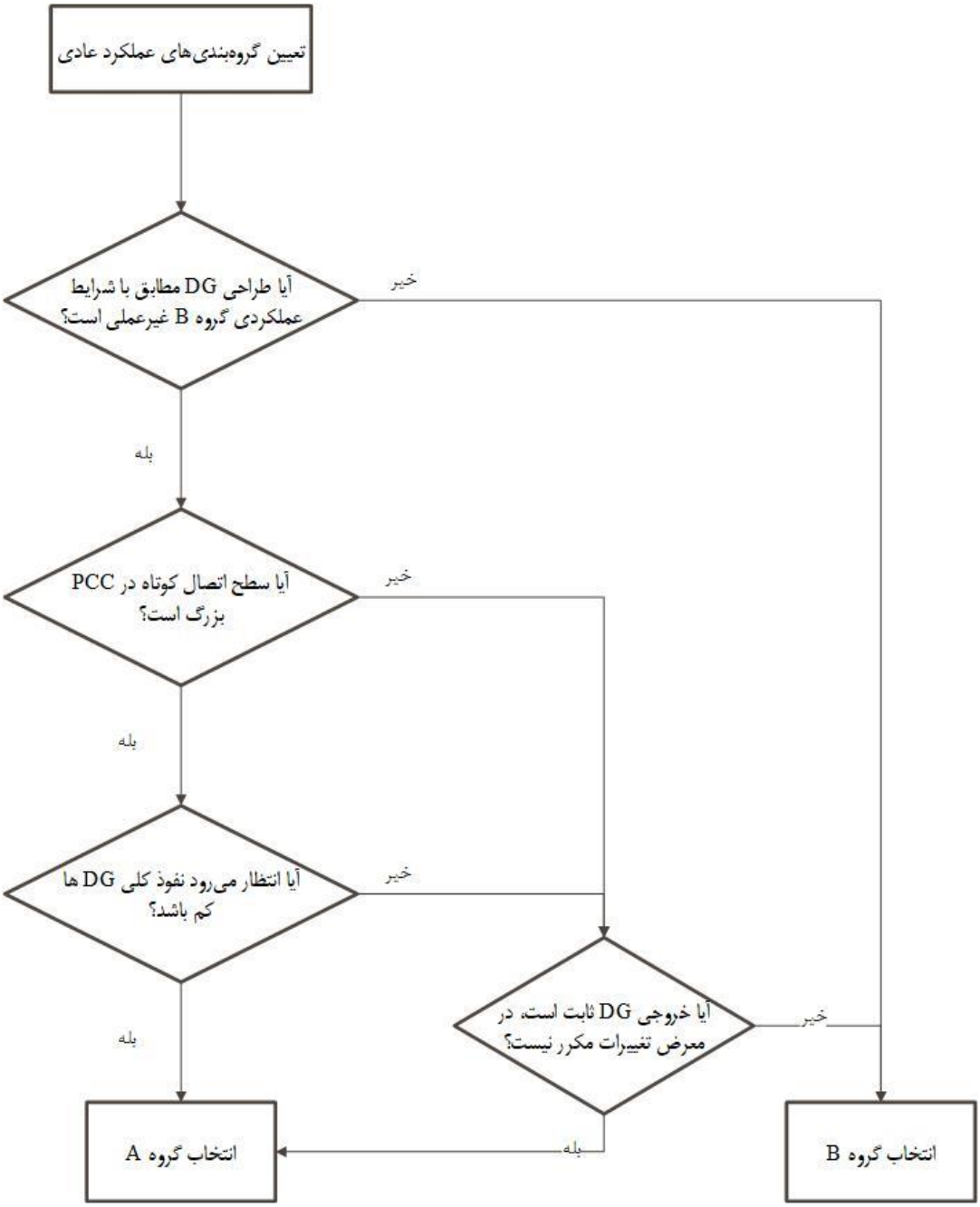
[۱] Combined Heat and Power (CHP)
[۲] Retail customer self-supply

الف) تعیین گروه در شرایط عادی برای الزامات عملکردی تنظیم ولتاژ و قابلیت توان راکتیو:

برای مواجهه با مسائل مربوط به کیفیت توان ناشی از افزایش نفوذ منابع تولید پراکنده، به ویژه در منابع تولید پراکنده با تولید متغیر، بهتر است بیشتر منابع تولید پراکنده شرایط عملکردی گروه B را داشته باشند. با این حال، منابع تولید پراکنده متصل به PCC که تقریباً به پست نزدیک می‌باشند و همچنین تولید آن‌ها غیر متغیر است، ممکن است تأثیر کمتری در ولتاژ سیستم توزیع نسبت به منابع تولید پراکنده نزدیک انتهای یک فیدر یا منابع تولید پراکنده با خروجی در معرض تغییرات زیاد، داشته باشند. در این موارد، منطقی است که تعداد محدودی از منابع تولید پراکنده با گروه A در نظر گرفته شوند. هنگام تعیین تکلیف گروه عملکردی توصیه می‌شود که سوالات زیر در نظر گرفته شود:

- آیا طراحی منبع تولید پراکنده مطابق با شرایط عملکردی گروه B غیرعملی است؟
- آیا توان خروجی منبع تولید پراکنده ثابت است و در معرض تغییرات زیاد و مکرر نیست؟
- آیا مقادیر نامی منبع تولید پراکنده نسبت به قدرت اتصال کوتاه سیستم توزیع در PCC کوچک است، به طوری که منبع تولید پراکنده تاثیر قابل توجهی بر ولتاژ سیستم توزیع ندارد؟
- آیا نفوذ برنامه‌ریزی شده تمام منابع تولید پراکنده‌ای که مجاز به اتصال تحت شرایط عملکردی گروه A هستند، در مقایسه با مجموع سطح بار در آن فیدر خاص به اندازه کافی کوچک است؟

در فلوچارت زیر یک درخت تصمیم نوعی برای تعیین گروه عملکردی در شرایط عادی ارائه شده است.



شکل ۳: فلوچارت تعیین گروه عملکردی در شرایط عادی

نکته: مقدار آستانه سطح اتصال کوتاه شبکه و نفوذ منابع تولید پراکنده جهت تعیین گروه‌های A و B بر عهده اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای می‌باشد.

ب) تعیین گروه در شرایط غیرعادی:

برای حفظ امنیت شبکه انتقال، اکثر منابع تولید پراکنده باید عملکرد گذر از خطای گروه II را داشته باشند. با این وجود، استثناهای قابل توجهی وجود دارد که به جای آن باید عملکرد گذر از خطای گروه I و III را اعمال کرد. پس از ارزیابی منافع اجتماعی، منطقی است که تعداد محدودی از منابع تولید پراکنده که محدود به گروه عملکردی A هستند و مزایای غیر الکتریکی دیگری دارند، در نظر گرفته شوند. هنگام تعیین تکلیف گروه عملکردی توصیه می‌شود که سوالات زیر در نظر گرفته شود:

- آیا طراحی منبع تولید پراکنده مطابق با شرایط عملکردی گروه II یا III غیرعملی است؟
- آیا منفعت اجتماعی ارائه شده توسط منبع تولید پراکنده وجود دارد که اثر سوء احتمالی آن بر روی امنیت سیستم ناشی از کاهش قابلیت عملکردی (کاهش شماره گروه) را جبران کند؟
- آیا نفوذ برنامه‌ریزی شده تمام منابع تولید پراکنده‌ای که مجاز به اتصال تحت شرایط عملکردی گروه I هستند، در مقایسه با مجموع سطح بار در آن منطقه به اندازه کافی کوچک است؟

اگر جواب هر یک از موارد قبلی "بله" باشد، انتخاب گروه عملکردی I برای آن منبع تولید پراکنده خاص، از نظر قابلیت اطمینان سیستم قدرت مناسب است. در همه موارد دیگر، باید گروه عملکردی II یا حتی سطح بالاتر از الزامات عملکردی مانند گروه عملکردی III انتخاب شود. در مناطقی که نفوذ منابع تولید پراکنده زیاد است و تریپ بی مورد منبع تولید پراکنده ممکن است موجب فروپاشی ولتاژ یا اضافه بار سیستم شود، الزامات گروه عملکردی III لازم به نظر می‌رسد. البته حتی در این مناطق با ضریب نفوذ بالا نیز شاید منطقی باشد که در صورت فراهم آوردن منافع منحصر بفرد، تعداد محدودی از منابع تولید پراکنده در گروه عملکردی I یا II جای بگیرند. مثالی از این حالت ژنراتور بیوگاز با توان خروجی ثابت در سیستم توزیعی است که دارای نفوذ بسیار بالای منابع فتوولتائیک می‌باشد. چگونگی تعیین گروه‌های عملکردی در شرایط غیرعادی در جدول نوعی زیر ارائه شده است.

جدول ۳: نحوه تعیین گروه عملکردی در شرایط غیرعادی

	نوع منبع تولید پراکنده	کاربرد منبع تولید پراکنده					
		خود تامین[۱]	CHP	بازیافت سوخت زباله[۲]	انرژی تجدیدپذیر	پشتیبانی بحرانی	پیک‌سایی[۳]
۱	ژنراتور سنکرون با محرک اولیه توربین یا موتور	گروه I	گروه I	گروه I	گروه I	گروه I	گروه I
۲	توربین‌های بادی (همه انواع)	گروه II	-	-	گروه II	-	-
۳	منابع اینوتری سلول خورشیدی	گروه II *	-	-	گروه II *	-	-
۴	منابع اینورتری پیل سوختی	گروه I	گروه I	گروه I	گروه I	گروه I	-
۵	هیدروژنراتورهای سنکرون	گروه I	-	-	گروه I	گروه I	-
۶	دیگر منابع اینورتری	گروه II	گروه II	گروه II	گروه II	گروه II	-
۷	منابع اینورتری ذخیره‌ساز انرژی	گروه II	-	-	-	گروه II	گروه II
۸	دیگر ژنراتورهای سنکرون	گروه I	گروه I	گروه I	گروه I	گروه I	-
۹	دیگر ژنراتورهای القایی	گروه II	گروه II	گروه II	گروه II	گروه II	گروه II

* در این موارد در صورتیکه نفوذ منبع تولید پراکنده در یک فیدر توزیع یا در سیستم توزیعی که از یک پست توزیع تغذیه می‌شود از مقادیر مشخص فراتر رود، گروه III الزامی است.

به طور خلاصه و با توجه به جدول فوق، گروه‌های I و II بر اساس نوع منبع تولید پراکنده به صورت زیر تعیین می‌شود:

- ژنراتورهای سنکرون و منابع اینورتری پیل سوختی: گروه I
- سایر انواع منابع تولید پراکنده مشتمل بر ژنراتورهای القایی، سایر منابع اینورتری (خورشیدی، بادی و ...) و ذخیره‌سازهای انرژی: گروه II

نکته ۱: تعیین گروه I، II و III برای منابع تولید پراکنده بر عهده اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای می‌باشد.

نکته ۲: مقدار آستانه نفوذ منابع تولید پراکنده جهت تعیین گروه‌های II و III بر عهده اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای می‌باشد.

[۱] Self generation
[۲] Waste fuel recovery
[۳] Peak shaving

۷- حداکثر ظرفیت قابل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

با توجه به رشد روزافزون منابع تولید پراکنده در شبکه، لازم است که تأثیرات اتصال آن‌ها به شبکه مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. این تأثیرات شامل تأثیر بر روی قیود سیستم شامل ولتاژ شینه‌ها، جریان خطوط، سطح اتصال کوتاه شبکه، میزان تلفات، هماهنگی حفاظتی و مقدار هارمونیک‌ها است. بنابراین بررسی حداکثر ظرفیت قابل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

حداکثر ظرفیت مجاز برای منابع تولید پراکنده باید به گونه‌ای باشد که ترانسفورماتور پست توزیع یا فوق توزیع جریان برگشتی به شبکه نداشته باشد. زیرا فلسفه منابع تولید پراکنده تأمین بارهای محلی در همان سطح ولتاژ است. با توجه به ابلاغیه شماره ۹۷/۵۳۷۱۰/۳۵۰ مورخ ۹۷/۱۲/۱۹ معاون محترم وزیر نیرو در امور برق و انرژی، معیار تعیین حداکثر ظرفیت قابل اتصال منابع تولید پراکنده می‌بایست مطابق زیر در نظر گرفته شود (منظور از ظرفیت همان توان منصوبه یا توان نامی منبع تولید پراکنده می‌باشد).

- حداکثر مجموع ظرفیت منابع تولید پراکنده (غیر از پنل‌های فتوولتاییک) برابر است با پنجاه درصد مجموع ظرفیت ترانسفورماتورهای پست (توزیع یا فوق توزیع) بالادست یا حداقل بار مصرفی آن پست (مجموع بارهای متصل به آن پست)، هر کدام که بیشتر باشد.
- حداکثر مجموع ظرفیت پنل‌های فتوولتاییک برابر است با پنجاه درصد مجموع ظرفیت ترانسفورماتورهای پست (توزیع یا فوق توزیع) بالادست یا میانگین بار مصرفی آن پست (مجموع بارهای متصل به آن پست)، هر کدام که بیشتر باشد.

در حالتی که ترکیبی از منابع فتوولتاییک و غیرفتوولتاییک در شبکه وجود داشته باشد، با توجه به اینکه در حالت مینیمم بار (که معمولاً در ساعات شب اتفاق می‌افتد) مولدهای فتوولتاییک تولید ندارند و همچنین با توجه به اینکه در زمان پیک تولید منابع فتوولتاییک، بار شبکه تقریباً متوسط بار روزانه است، دو شرط زیر باید برای تعیین حداکثر ظرفیت منابع تولید پراکنده بررسی شود:

۱- مجموع ظرفیت منابع غیرفتوولتاییک از پنجاه درصد مجموع ظرفیت ترانسفورماتورهای پست (توزیع یا فوق توزیع) بالادست یا حداقل بار مصرفی آن پست (مجموع بارهای متصل به آن پست)، هر کدام که بیشتر است، کمتر باشد.

۲- مجموع ظرفیت منابع فتوولتاییک و منابع غیرفتوولتاییک از پنجاه درصد مجموع ظرفیت ترانسفورماتورهای پست (توزیع یا فوق توزیع) بالادست یا میانگین بار مصرفی آن پست (مجموع بارهای متصل به آن پست)، هر کدام که بیشتر است، کمتر باشد.

نکته ۱: حداکثر مجموع ظرفیت قابل اتصال منابع تولید پراکنده به فیدر فشار متوسط نباید از ۷ مگاوات بیشتر شود.

نکته ۲: اگر به هر دلیلی (نظیر انجام مانور، قطع یا وصل بودن باس کوپلر پست و ...) شرایطی به وجود آید که حداقل بار یا میانگین بار از مقدار اولیه تعیین شده کمتر گردد، به نحوی که امکان برگشت توان تولیدی منبع تولید پراکنده به شبکه بالادست وجود داشته باشد، مراتب بایستی به اطلاع بهره‌بردار منبع تولید پراکنده رسانده شود تا بهره‌بردار شرکت برق بر اساس ملاحظات فنی و اقتصادی، نسبت به کاهش توان تزریقی منبع تولید پراکنده به شبکه (پرداخت هزینه آمادگی) یا تصمیم بر انتقال توان به بالادست در بازه زمانی کوتاه مدت، اقدام مناسب انجام دهد.

پس از تعیین حداکثر ظرفیت بر اساس معیارهای فوق، لازم است قیود سیستم مورد بررسی قرار گیرد و مقادیر پارامترهای شبکه پس از اتصال منابع تولید پراکنده در محدوده مجاز قرار داشته باشد. در صورتیکه هر یک از قیود پس از اتصال منبع تولید پراکنده نقض شود، می‌بایست ظرفیت منبع کاهش یابد. این قیود عبارتند از:

- **قید ولتاژ شینه‌ها:** ولتاژ شینه‌ها نباید از مقدار حداکثر و حداقل خود خارج شود (مطابق بخش ۹-۷).
- **قید جریان خطوط:** جریان خطوط نباید از مقادیر مجاز خود خارج شود.
- **قید تلفات سیستم:** با افزودن منبع تولید پراکنده نباید تلفات سیستم از حالت قبل از افزودن منبع بیشتر شود.
- **قید سطح اتصال کوتاه:** سطح اتصال کوتاه تجهیزات پس از اتصال منبع تولید پراکنده از حد مجاز بیشتر نشود.
- **قید هماهنگی حفاظتی:** هماهنگی حفاظتی پس از افزودن منبع تولید پراکنده رعایت شود.
- **قید هارمونیک:** میزان هارمونیک ولتاژ و جریان در محدوده مجاز باقی بماند (مطابق بخش ۹-۱۵).

۸- مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

به منظور بررسی تأثیر اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق، مطالعات فنی زیر باید انجام گیرد:

- مطالعات پخش‌بار در حالت عادی و اضطراری
- مطالعات اتصال‌کوتاه
- مطالعات کیفیت توان
- مطالعات هماهنگی حفاظتی
- مطالعات سیستم زمین
- مطالعات دینامیکی و پایداری گذرا

برای انجام صحیح این مطالعات می توان از پیوست (ب) این دستورالعمل با عنوان "راهنمای انجام مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه" استفاده نمود.

جداول زیر مطالعات فنی مورد نیاز جهت اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری و غیراینورتری به شبکه با توجه به طرح اتصال و کلاس قدرت نامی را نشان می‌دهد.

جدول ۴: مطالعات فنی مورد نیاز با توجه به طرح اتصال و کلاس قدرت منابع تولید پراکنده غیراینورتری

مطالعه فنی / طرح وکلاس	مطالعات پخش بار	مطالعات اتصال کوتاه	مطالعات هماهنگی حفاظتی	پایداری دینامیکی و گذرا	مطالعات کیفیت توان	مطالعات سیستم زمین
کلاس ۱ (طرح ۱ و ۲) *	–	–	–	–	–	–
کلاس ۲ (طرح ۲ و ۳)	✓	✓	✓	–	–	✓
کلاس ۳ (طرح ۳)	✓	✓	✓	–	–	✓
کلاس ۴ (طرح ۳ و ۴)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
کلاس ۵ (طرح ۴ و ۵)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

جدول ۵: مطالعات فنی مورد نیاز با توجه به طرح اتصال و کلاس قدرت منابع تولید پراکنده اینورتری

مطالعه فنی / طرح وکلاس	مطالعات پخش بار	مطالعات اتصال کوتاه	مطالعات هماهنگی حفاظتی	پایداری دینامیکی و گذرا	مطالعات کیفیت توان	مطالعات سیستم زمین
کلاس ۱ (طرح ۱ و ۲) *	–	–	–	–	–	–
کلاس ۲ (طرح ۲ و ۳)	✓	✓	✓	–	–	✓
کلاس ۳ (طرح ۳)	✓	✓	✓	–	✓	✓
کلاس ۴ (طرح ۳ و ۴)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
کلاس ۵ (طرح ۴ و ۵)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

* لزوم انجام مطالعات برای منابع تولید پراکنده کلاس ۱، با توجه به ضریب نفوذ این منابع توسط شرکت برق تعیین خواهد شد.

وظیفهٔ انجام این مطالعات بر عهدهٔ مشاوری است که سرمایه‌گذار انتخاب می‌کند و مورد تأیید شرکت برق می‌باشد و هزینهٔ انجام این مطالعات نیز برعهده سرمایه‌گذار است. برای انجام مطالعات باید از نرم‌افزارهای معتبر سیستم توزیع استفاده شود.

حداقل مطالعات فنی که برای تهیه طرح اتصال باید انجام شود به شرح زیر است:

۸-۱- مطالعات پخش بار در حالت عادی و اضطراری

مطالعات پخش‌بار، یکی از مطالعات پایه برای تعیین الزامات اتصال منابع تولید پراکنده به شبکهٔ برق می‌باشد. این مطالعات برای تعیین موارد زیر انجام می‌گیرد:

- تعیین استراتژی مناسب جهت کنترل توان راکتیو و کنترل ولتاژ
- تعیین قیود و محدودیتهای عملکرد در حالت دائم
- تهیه اطلاعات لازم برای مطالعات کیفیت توان و هماهنگی حفاظتی

قیود، ورودی‌ها و خروجی‌های مطالعات پخش بار به شرح زیر است:

قیود	❖ تولید سیستم، بار و تلفات را تامین کند. ❖ ولتاژ باس‌ها در محدوده مجاز (مطابق بخش ۹-۷) و نزدیک به مقادیر نامی خود باشند. ❖ بهره‌برداری ژنراتورها در محدوده مجاز توان اکتیو و راکتیو باشد. ❖ خطوط انتقال و توزیع و همچنین ترانسفورماتورها دچار اضافه بار نشوند. ❖ در حداقل بار شبکه (بار محلی و بار پست فوق توزیع) و حداکثر ظرفیت مولد (با ضریب توان بهره-برداری که در حالت بدبینانه ۰,۹ پس فاز در نظر گرفته می‌شود) اگر برگشت توان به شبکه بالادستی وجود دارد، بایستی ولتاژ در محل مولد بیش از حد مجاز نشود. همچنین در مواردی که بار شبکه پایین دست مولد یا برخی انشعابات مهم در اثر عملکرد تجهیزات حفاظتی قطع شود، بار شبکه از حداقل بار نیز کمتر می‌شود (حالت بی‌باری). در این شرایط هم نباید ولتاژ در محل مولد بیشتر از حد مجاز شود. لازم به ذکر است که گاهی به دلیل جبران‌سازی اضافی خازن شنت، ضریب توان فیدر بالادست خازن بصورت پیش فاز می‌شود. در این حالت بایستی ولتاژ در محل خازن‌ها نیز محاسبه شود تا اطمینان حاصل شود که ولتاژ آنها بیش از مقدار مجاز نباشد. ❖ در حداکثر بار شبکه و در حضور مولد، مناسب است محدودیت‌های بهره‌برداری (ولتاژ باسها، جریان عبوری از خطوط و ترانسفوماتورها) در حد مجاز باشد (ولتاژ بیش از حداقل مقدار مجاز باشد و جریان عبوری از هر بخش فیدر در حد جریان مجاز حرارتی آن باشد). ❖ در حداکثر بار شبکه و در حضور مولد، تلفات شبکه توزیع محاسبه شده و با مقدار تلفات، پیش از ورود مولد به مدار، مقایسه می‌شود. توصیه می‌شود که بار متصل به شبکه به هنگام محاسبه تلفات، بصورت جریان ثابت مدل شود و تلفات اهمی در حالت ورود و خروج مولد محاسبه شود. ❖ پخش بار باید برای مانورهای مختلف شبکه در حالت‌های کم‌باری و پرباری انجام گیرد. ❖ در پخش بار اضطراری و مطالعات *N-۱ Contingency* تجهیزات دچار اضافه بار نگردند. ❖ در تمامی موارد ذکر شده لازم است که نتیجه مطالعات پخش بار قبل و بعد از اتصال منبع تولید پراکنده انجام شده و این دو حالت با هم مقایسه شوند.
ورودی‌ها	❖ مشخصات فنی و اطلاعات کامل تجهیزات شبکه از قبیل ژنراتور، ترانسفورماتور، بار، خط، کابل، خازن و ... ❖ محدوده مجاز پارامترهای شبکه (ولتاژ، بارگذاری تجهیزات و ...) ❖ بار حداقل و حداکثر در زمان انجام مطالعه و ترجیحا مدل بار (از نظر وابستگی به ولتاژ) ❖ پیک بار پیش بینی شده در آینده (معمولا پیش بینی ۵ ساله) ❖ ساختار شبکه تحت مطالعه در حالت‌های مختلف مانور در شبکه توزیع ❖ تعیین حالتی از ساختارهای ممکن در شبکه توزیع که در آن، حداکثر امپدانس بین ژنراتور و شبکه بالادستی وجود دارد. ❖ ولتاژ تنظیمی تپ‌چنجر ترانسفورماتور پست فوق توزیع در حالت پیک بار و غیر پیک (یعنی ولتاژ

	باس بار فشار متوسط پست فوق توزیع در تابستان و زمستان) ❖ لازم است در مطالعات پخش بار مولد بصورت PQ مدل گردیده که P برابر با توان نامی است. Q تزریقی به شبکه باید متناسب با ضریب توان منبع تولید پراکنده تنظیم شود.
خروجی‌ها	❖ اندازه و زاویه ولتاژ باس‌ها ❖ جریان عبوری از تجهیزات (ژنراتورها، ترانسفورماتورها، خطوط، بارها و ...) ❖ توان اکتیو، توان راکتیو، توان ظاهری و ضریب توان تجهیزات ❖ میزان بارگذاری تجهیزات ❖ نوع و سایز هادی متصل‌کننده منبع تولید پراکنده به شبکه و فیدری که مولد بر آن نصب می‌شود ❖ آلارم‌های سیستم (خروج مقادیر ولتاژ باس‌ها و بارگذاری تجهیزات از محدوده مجاز)

در مطالعات پخش‌بار، در حالت بهره‌برداری موازی منابع تولید پراکنده با شبکه، این مولدها به صورت یک بار منفی (تزریق توان به شبکه) با ضریب توان ثابت مدلسازی می‌شوند.

در مطالعات پخش‌بار، مهمترین موردی که بررسی می‌گردد، پروفیل ولتاژ در طول فیدر است. ورود و خروج منبع تولید پراکنده به شبکه در هیچ حالت بهره‌برداری نباید باعث شود سطح ولتاژ در هیچ نقطه‌ای از شبکه از مقادیر مجاز (حداقل و حداکثر) تجاوز نماید.

بنابراین، به منظور بررسی پروفیل ولتاژ در شرایط مختلف بهره‌برداری، دو سناریوی زیر در مطالعات پخش‌بار بایستی در نظر گرفته شود:

- شبکه در وضعیت کم‌باری و با حضور منبع تولید پراکنده (افزایش ولتاژ)
- شبکه در وضعیت پرباری و بدون حضور منبع تولید پراکنده (کاهش ولتاژ)

در صورتی که امکان مانور بر روی فیدر محل اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه وجود داشته باشد، مطالعات پخش‌بار باید در سناریوهای مختلف (کم‌باری و پرباری شبکه، حضور و عدم حضور منبع تولید پراکنده) و به ازای مانورهای مختلف بر روی فیدر انجام شود.

در مواردی که امکان اتصال منبع تولید پراکنده به پست، از طریق ۲ یا تعداد بیشتری فیدر وجود دارد، مطالعات باید برای تمامی فیدرها انجام شود تا در نهایت بهترین فیدر جهت اتصال نیروگاه به شبکه انتخاب گردد.

برای انجام محاسبات پخش‌بار در یک شبکهٔ دارای تولید پراکنده، محدودهٔ شبکه مورد مطالعه (خلاصه‌سازی شبکه) به این صورت در نظر گرفته می‌شود که فیدری که منبع تولید پراکنده به آن متصل است بایستی در مطالعات پخش بار مدل شود. در این فیدر فقط کافی است شاخه اصلی مدل

شود و شاخه‌های فرعی، بصورت بار نقطه‌ای مدل می‌شوند (مگر اینکه جهت توان اکتیو یا راکتیو به سمت شاخه فرعی نباشد). چنانچه سایر فیدرهای فشار متوسط خروجی به بار متصل باشند، به صورت یک بار نقطه‌ای متصل به باس بار فشار متوسط پست فوق توزیع مدل می‌شوند. اما در صورت وجود خازن جبران‌ساز و یا مولد دیگر لازم است فیدر مربوطه تا محل خازن یا مولد دیگر مدل شود.

پس از انجام پخش بار لازم است اطلاعات خروجی بر اساس استانداردها و دستورالعمل‌های مربوط به اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه از لحاظ محدودیت‌های الکتریکی مانند محدود مجاز ولتاژ سیستم (۵± درصد ولتاژ نامی) و همینطور بارگیری مجاز خطوط (تا ۸۰ درصد بار نامی) بررسی شود. در صورت مجاز بودن نتایج خروجی پخش بار، اتصال مولد به شبکه از دیدگاه مطالعات پخش بار مجاز می‌باشد.

در صورت مغایرت نتایج پخش بار با استاندارد لازم است در طرح اتصال بازنگری انجام شود. این بازنگری می‌تواند شامل تغییر تجهیزات مورد استفاده اعم از تغییر سطح مقطع هادی‌های مختلف، تغییر تنظیمات ولتاژ و در صورت لزوم استفاده از تنظیم کننده‌های ولتاژ و ... باشد. ممکن است تغییراتی در محل نصب و همینطور توان خروجی مولد انجام شود. این تغییرات لازم است با هماهنگی کامل شرکت برق مربوطه و سرمایه‌گذار صورت گیرد.

۸-۲- مطالعات اتصال کوتاه

یکی از مطالعات فنی مهم که به عنوان پیش‌شرط اتصال منابع تولید پراکنده به شبکهٔ برق مطرح است، مطالعات اتصال‌کوتاه می‌باشد. نتایج حاصل از این مطالعات در موارد زیر کاربرد دارد:

۱. انتخاب تجهیزات حفاظتی
۲. تنظیم رله‌های حفاظتی
۳. هماهنگی رله‌های حفاظتی در سطوح مختلف

قیود، ورودی‌ها و خروجی‌های مطالعات اتصال کوتاه به شرح زیر است:

قیود	❖ توانایی تحمل حرارتی و مکانیکی تجهیزات در برابر جریان اتصال کوتاه بررسی شود. به عبارت دیگر، کلیه تجهیزاتی که جریان اتصال کوتاه از آنها عبور می‌نماید (هادی، انواع قطع کننده و ترانسفورماتورهای جریان) بایستی قادر به عبور I_{th} (حد جریان حرارتی) در زمان T_K ثانیه باشند که T_K معمولاً برابر با ۱ یا ۳ ثانیه در نظر گرفته می‌شود. همچنین کلیه تجهیزات بایستی توانایی تحمل نیروی الکترودینامیکی ناشی از پیک جریان اتصال کوتاه را داشته باشند. ❖ تجهیزات قطع کننده، توانایی قطع جریان اتصال کوتاه را داشته باشند. ❖ قدرت وصل تجهیزات قطع و وصل کننده در شرایط اتصال کوتاه بررسی شود. ❖ طراحی مناسب تجهیزات شبکه از قبیل ترانسفورماتورهای جریان در شرایط اتصال کوتاه بررسی شود. ❖ مباحث مرتبط با حفاظت و پایداری در بخش‌های ۸-۴ و ۸-۵ ارائه شده است.
ورودی‌ها	❖ مشخصات فنی تجهیزات، ترانسفورماتورها، خطوط شبکه، منابع تولید پراکنده موجود، سطح اتصال کوتاه فعلی پست و ... ❖ ساختار شبکه تحت مطالعه در حالت‌های مختلف مانور در شبکه توزیع و اطلاعات کامل شبکه (سطح مقطع و طول بخش‌های مختلف شبکه بالادستی و پایین دستی مولد و ...) ❖ موتورهای بزرگ موجود در شبکه تحت مطالعه ❖ تعیین حالتی از ساختارهای ممکن در شبکه توزیع که در آن، حداقل امپدانس بین ژنراتور و شبکه بالادستی وجود دارد. ❖ تحمل اتصال کوتاه نامی تجهیزات موجود در شبکه مورد مطالعه شامل انواع قطع‌کننده‌ها، ترانسفورماتورهای جریان ❖ پارامترهای ژنراتور و ترانسفورماتور واسطه (در صورت نیاز)
خروجی‌ها	❖ جریان اتصال کوتاه متقارن اولیه ❖ توان اتصال کوتاه متقارن اولیه ❖ جریان اتصال کوتاه پیک ❖ جریان قطع اتصال کوتاه ❖ جریان اتصال کوتاه حرارتی

عواملی که در میزان تأثیرگذاری منبع تولید پراکنده بر سطح اتصال‌کوتاه شبکه و نتایج مطالعات اتصال‌کوتاه نقش بسزایی دارند و بایستی توسط مشاور حتماً در نظر گرفته شوند، عبارتند از:

- میزان قدرت منصوبه منبع تولید پراکنده
- سطح اتصال‌کوتاه شبکه و توپولوژی شبکه محل اتصال
- استفاده یا عدم استفاده از محدودکننده‌های جریان خطا در شبکه

- تعداد واحدهای نیروگاهی، نوع و تعداد ترانسفورماتورهای متصل کننده و نحوه اتصال واحدها به شبکه
- فاصله نصب منبع تولید پراکنده از پست
- نوع هادی متصل کننده منبع تولید پراکنده به شبکه
- انتخاب سیستم زمین

برای انجام محاسبات اتصال‌کوتاه در یک شبکهٔ دارای تولید پراکنده، محدودهٔ شبکه مورد مطالعه (خلاصه‌سازی شبکه) به این صورت در نظر گرفته می‌شود:

- در صورت اتصال مولد به فیدر یا باس بار فشار متوسط، بایستی ترانسفورماتورهای فوق توزیع و ترانسفورماتورهای زمین مربوطه مدل شده و شبکه فوق توزیع بصورت امپدانس تونن در نظر گرفته شود.
- در صورت اتصال مولد به فیدر یا باس بار فشار ضعیف، بایستی ترانسفورماتور توزیع مدل شده و شبکه فشار متوسط بصورت امپدانس تونن در نظر گرفته شود.
- از بارهای استاتیکی با اتصال مثلث یا ستاره زمین نشده، صرف نظر می‌شود ولی موتورهای الکتریکی بصورت مجتمع مدل می‌شوند.

نوع سیم‌بندی ترانسفورماتور متصل‌کننده منبع تولید پراکنده به شبکه و سیستم زمین طراحی شده برای منابع تولید پراکنده به شدت نتایج مطالعات اتصال‌کوتاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در انجام مطالعات اتصال‌کوتاه موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- سناریوهای مختلف بهره‌برداری
- حضور و عدم حضور مولدهای پراکنده در شبکه
- انواع مختلف خطا (تک‌فاز و سه‌فاز)
- نقاط مختلف بروز خطا در شبکه (خطای تک‌فاز و سه‌فاز)
- بروز خطا در شبکه پایین‌دست منبع تولید پراکنده
- بروز خطا در شبکه بالادست منبع تولید پراکنده
- بروز خطا در در داخل نیروگاه تولید پراکنده
- بروز خطا در فیدرهای مجاور

- در صورتی که امکان انجام مانور در فیدر محل اتصال منبع تولید پراکنده وجود دارد، مطالعات اتصال‌کوتاه باید به ازای مانورهای مختلف انجام شود.

مکان‌های محاسبه جریان اتصال کوتاه به صورت زیر در نظر گرفته شود:

۱- محل نصب تجهیزات سری با شبکه (ترانسفورماتور جریان و انواع قطع کننده)

۲- بخش‌هایی از فیدر که دارای سطح مقطع کمتری نسبت به ابتدای فیدر است.

۳- محل نصب وسایل حفاظتی

۴- محل نصب ترانسفورماتور جریان و کلید مربوط به مولد (معمولا سمت فشار ضعیف ترانسفورماتور واسطه)

پس از انجام مطالعات اتصال کوتاه لازم است که خروجی‌های به دست آمده بررسی شده و در صورت وجود اطلاعات مشکوک و یا غیر منتظره نسبت به بررسی دقیق و علت یابی آن اقدام شود. پس از اطمینان از صحت اطلاعات خروجی، لازم است که شرایط اجزای سیستم با توجه به قیود ذکر شده بررسی شود (برای مثال لازم است اطمینان حاصل پیدا کرد که حد حرارتی تجهیزات رعایت شده باشد و یا جریان قطع کلیدها از ۸۰ درصد قدرت قطع نامی آنها کمتر باشد. همچنین لازم است که به الزامات مرتبط با قدرت وصل کلید نیز توجه شود).

درصورتی که نتایج از حدود مجاز تجاوز کند، می‌بایست اقدامات اصلاحی نظیر تغییر تجهیزات، تغییر ظرفیت مولد پراکنده و یا دیگر امور اصلاحی برای برطرف کردن مشکل ایجاد شده در نظر گرفته شود. لازم به ذکر است همانند مطالعات پخش بار هرگونه تغییر در طرح اتصال، تجهیزات شبکه و یا دیگر اقدامات باید با هماهنگی با مالک منبع تولید پراکنده و شرکت برق مربوطه انجام شود.

۸-۳- مطالعات کیفیت توان

یکی از وظایف اصلی شرکتهای برق تأمین انرژی برق با کیفیت مناسب و با حداقل قطعی برای مشترکین است. اختلالات عمده کیفیت توان به چند دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- اغتشاشات گذرا
- قطعی‌ها
- افت کوتاه مدت ولتاژ/ کاهش ولتاژ

- افزایش کوتاه مدت ولتاژ/ افزایش ولتاژ
- اعوجاج شکل موج (هارمونیک‌ها)
- نوسانات ولتاژ
- تغییرات فرکانس
- فلیکر

ورود و خروج واحدهای تولید پراکنده و یا تغییرات ناگهانی در تولید، بار و یا پیکربندی شبکه می‌تواند باعث بروز پدیده‌های کیفیت توان گردد. در حالت ماندگارِ عملکرد منبع تولید پراکنده، حفظ پروفیل ولتاژ در محدوده مجاز و میزان تولید هارمونیک توسط مولدهای پراکنده و کنترل آنها نیز از مباحث کیفیت توان است. میزان اهمیت این موضوعات، به قدرت منبع تولید پراکنده و سطح اتصال‌کوتاه نقطه اتصال به شبکه بستگی دارد.

قیود، ورودی‌ها و خروجی‌های مطالعات کیفیت توان به شرح زیر است:

		محدوده پارامترها
قیود	❖ مؤلفه‌های هارمونیکی و *THD* جریان و ولتاژ از مقادیر مجاز تجاوز نکند.	❖ مطابق بخش ۹-۱۵
	❖ پروفیل ولتاژ در محدوده مجاز باقی بماند.	❖ مطابق بخش ۹-۷
	❖ فلیکر ولتاژ از مقادیر مجاز تجاوز نکند.	❖ مطابق بخش ۹-۱۶
ورودی‌ها	❖ اندازه‌گیری و آنالیز کیفیت توان شبکه توسط سرمایه‌گذار قبل از اتصال مولد به شبکه (به این منظور که سرمایه‌گذار از وضعیت کیفیت توان نقطه اتصال مطلع باشد و با آگاهی کامل نسبت به این موضوع، اقدام به سرمایه‌گذاری نماید) ❖ اطلاعات کامل تجهیزات شبکه (مؤلفه‌های هارمونیکی منابع تولید پراکنده، تجهیزات الکترونیک قدرت، مبدل‌ها و یکسوکننده‌ها، ضرایب فلیکر مولدهای تولید پراکنده و ...) ❖ نحوه اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه (اتصال به صورت مستقیم یا از طریق ترانسفورماتور و نوع سیم‌بندی ترانسفورماتور متصل‌کننده) ❖ نوع سیستم اتصال به شبکه (از طریق کابل یا سیم هوایی)	
خروجی‌ها	❖ طیف فرکانسی و مؤلفه‌های هارمونیک‌های جریان و ولتاژ ❖ *THD* جریان و ولتاژ ❖ امپدانس هارمونیکی سیستم ❖ تغییرات ولتاژ	

در انجام مطالعات کیفیت توان باید سناریوها و موارد زیر در نظر گرفته شود:

- حضور دائم و ورود و خروج منابع تولید پراکنده
- پیکربندی های مختلف شبکه و مانورهای موجود بر روی فیدر مورد نظر
- وجود خازن ها و ادوات تنظیم کننده ضریب توان و ولتاژ در شبکه
- نحوه اتصال مولدهای پراکنده به شبکه
- نوع سیم‌بندی ترانسفورماتور متصل‌کننده منبع تولید پراکنده به شبکه
- طراحی سیستم زمین نیروگاه تولید پراکنده
- در نظر گرفتن احتمال وقوع فرورزنانس

قبل از اقدام به نصب منابع تولید پراکنده بایستی وضعیت کیفیت توان شبکه محلی موجود به دقت بررسی شود و چنانچه پدیده‌های کیفیت توان در محدوده‌های مجاز قرار نداشته باشند، راهکارهایی برای بهبود کیفیت توان شبکه موجود اندیشیده شود و یا محل نصب منابع تولید پراکنده تغییر یابد.

همچنین بعد از به مدار آمدن مولد، مؤلفه‌های کیفیت توان مورد سنجش قرار می‌گیرد و در صورت مغایرت و عدول از مقادیر تعیین شده در این دستورالعمل، سرمایه‌گذار مکلف به نصب تجهیزات مناسب می‌باشد.

برخی از پدیده‌های کیفیت توان که هنگام اتصال منابع تولید پراکنده باید در نظر گرفته شود عبارتند از:

- اعوجاج هارمونیکی:

منابع تولید پراکنده اینورتری از قبیل سلول‌های خورشیدی و پیل‌های سوختی به دلیل دارا بودن ادوات الکترونیک قدرت، هارمونیک به شبکه تزریق می‌کنند که منجر به کاهش کیفیت توان خواهد شد. همچنین یکی از مشکلات مطرح شده برای اینورترهای مدرن این است که فرکانس‌های کلیدزنی ناشی از قطع و وصل سوئیچ‌های مبدل قدرت، گاهی اوقات منجر به ایجاد رزونانس در سیستم توزیع می‌گردد.

- عدم تعادل ولتاژ:

اثرات مهم نامتعادلی ولتاژ شبکه بر روی منابع تولید پراکنده عبارتند از:

- تزریق جریان‌های هارمونیکی اضافه به شبکه و در نتیجه تضعیف کیفیت توان

- ایجاد مؤلفه‌های هارمونیک دوم که منجر بـه افـزایش تلفـات، تحـت فشـار قـرار گـرفتن تجهیزات اینورتر و اثر نامطلوب بر منبع dc می‌شود.
- نامتعادلی جریان اینورتر ناشی از نامتعادلی ولتاژ، تلفات اینورتری را کمی افزایش می‌دهد.

- نوسانات ولتاژ (تنظیم ولتاژ):

یکی از اهداف اولیه طراحی سیستم توزیع، تغذیه مصرف‌کنندگان با ولتاژ در بازه قابل قبول و مطابق استاندارد می‌باشد. اضافه شدن تولید پراکنده به سیستم می‌تواند الگوهای شارش تـوان را به طور اساسی تغییر دهد و آنها را غیر قابل پیش‌بینی نمایـد و در نتیجـه تنظـیم ولتـاژ را دچار مشکل کند. مسائل مهمی که در این رابطه مطرح است عبارتند از:

- اضافه ولتاژهای ناشی از شارش توان معکوس
- اثرات متقابل با تنظیم‌کننده‌های ولتاژ (تپ چنجر و رگولاتور ولتاژ)
- اثر حضور یا عدم حضور منبع تولید پراکنده در پروفیل ولتاژ

- فلیکر:

یکی از مسائل مهم در مبحث کیفیت توان، فلیکر اسـت کـه مقـدار بـیش از حـد آن موجـب شکایت و نارضایتی مشترکین خواهد شد. علاوه بر تغییرات ناگهانی در بار، نوسـانات در تـوان تحویلی منبع تولید پراکنده به شبکه نیز می‌تواند منجر به ایجاد فلیکر شود. در صورتیکه منبع انرژی (مانند توربین بادی یا پیل سوختی) دارای نوسـانات مکـانیکی (یـا شـیمیایی) در تـوان خروجی باشد و تجهیزات الکتریکی آن (از قبیل باس DC و اینورتر) انرژی ذخیره شده کـافی برای هموار نمودن این نوسانات را نداشته باشند، منبع تولید پراکنـده تـوان غیـر یکنواخـت و نوسانی تزریق خواهد نمود.

چون اغتشاش‌های گذرا می توانند بر عملکرد تجهیزات حساس به ولتاژ و فرکانس تأثیرگذار باشند، در موارد نیاز، راهکارهایی به منظور کاهش این تأثیرات، مثل استفاده از فیلترهـا، سیسـتم‌هـای *UPS* و جایابی مجدد بارهای حساس اندیشیده شود.

طریقه اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه (اتصال به صورت مستقیم یا از طریـق ترانسـفورماتور و نوع سیم‌بندی ترانسفورماتور متصل‌کننده) و همچنین نوع سیستم اتصال به شـبکه (از طریـق کابـل یـا سیم هوایی) تأثیر زیادی بر ایجاد فرورزنانس در شبکه خواهد داشت که به شدت کیفیت توان را تحـت

تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، قبل از اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه بایستی احتمال ایجاد فرورزنانس به دقت بررسی شود.

این مطالعات باید در سناریوهای مختلف حضور دائم و ورود و خروج منابع تولید پراکنده و با توجه به پیکربندی‌های مختلف شبکه انجام گیرد. اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه نباید باعث افزایش پدیده‌های کیفیت توان مثل فلیکر، هارمونیک و اغتشاشات ولتاژ از حدود مجاز تعیین شده در استاندارد گردد.

پس از انجام مطالعات کیفیت توان و مقایسه خروجی‌های مورد نظر با محدودیت‌های ارائه شده می‌توان تشخیص داد که آیا اضافه شدن منبع تولید پراکنده به شبکه باعث خارج شدن هارمونیک‌ها از محدوده مورد نظر شده است یا خیر. در صورت عدم تجاوز مقادیر هارمونیک‌ها طرح اتصال مولد مذکور از نظر مطالعات هارمونیکی مشکلی ندارد. در غیر این صورت لازم است اقدامات تصحیحی مانند تعویض نوع مولد یا تغییر برخی از تجهیزات شبکه با اطلاع هر دو طرف مالک مولد و شرکت برق مربوطه انجام شود. همچنین در صورتیکه خود مولد اثر چندانی بر محتوای هارمونیکی شبکه ندارد، ولی از مشکلات هارمونیکی شبکه متأثر می‌شود، باید اقدامات اصلاحی نظیر تغییر محل اتصال و فیدر مولد انجام شود.

۸-۴- مطالعات هماهنگی حفاظتی

مطالعات هماهنگی حفاظتی یکی از اساسی‌ترین مطالعاتی است که باید قبل از اتصال مولد به شبکه انجام گیرد. افزایش سطح نفوذ منابع تولید پراکنده در شبکه برق بسته به قدرت نامی مولد و ویژگی‌های شبکه، ممکن است هماهنگی حفاظتی رله‌های موجود در شبکه را مختل نماید.

محدودهٔ انجام مطالعات هماهنگی حفاظتی به ظرفیت و نوع مولد از نظر میزان مشارکت در تزریق جریان اتصال‌کوتاه و همچنین سطح اتصال‌کوتاه شبکه، بستگی دارد.

مطالعات هماهنگی حفاظتی باید در سناریوهای مختلف انجام شود تا همهٔ شرایط مختلف کارکرد منابع تولید پراکنده را تحت پوشش قرار دهد. این سناریوها باید شرایط مختلف بهره‌برداری (حضور و عدم حضور منبع تولید پراکنده)، نقاط مختلف بروز خطا، تنظیمات مختلف تحریک ژنراتور و روش‌های کنترل آن (ضریب قدرت ثابت، توان اکتیو ثابت و ولتاژ ثابت) و همچنین خطاهای تکفاز و سه فاز را شامل شود.

هنگامی که در یک شبکه دارای منابع تولید پراکنده خطا اتفاق بیفتد، جریان خطا از دو طریق شبکه برق و منابع تولید پراکنده تامین می‌شود. مقدار مشارکت هر کدام از این دو منبع بستگی به

توپولوژی شبکه، امپدانس شبکه و اندازه واحدهای تولید پراکنده دارد. اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه موجب به وجود آمدن دو دسته‌ی کلی از مشکلات حفاظتی می‌شود: مشکلاتِ تشخیصِ خطا[۱] و مشکلاتِ عملکرد گزینشی[۲]. در برخی موارد، حضور منبع تولید پراکنده باعث کاهش جریان خطای شبکه و در نتیجه تاخیر در عملکرد و یا حتی عدم تشخیص خطا توسط تجهیزات مختلف حفاظتی (کاهش حساسیت یا کورشدن حفاظت[۳]) می‌شود. عملکرد غیرگزینشی به معنی عملکرد نابجای تجهیزات حفاظتی یا به عبارت دیگر عدم رعایت توالی عملکرد صحیح آنها می‌باشد. اتصال منبع تولید پراکنده می‌تواند جریان خطا را از محدوده‌ای که تجهیزات مختلف حفاظتی در آن هماهنگ عمل می‌نمایند خارج کند یا باعث ناهمگونیِ جریان‌های تجهیزات مختلف شود و یا به دلیل دوطرفه شدن جریانِ خطا باعث تریپ اشتباه منبع تولید پراکنده یا فیدر سالم شود و در نتیجه تجهیزات حفاظتی در زمان تعیین شده برای آنها عمل نکرده و بخش‌های سالم شبکه به دلیل تریپ نابجا یا اشتباه تجهیزات حفاظتی بی‌برق خواهد شد.

به طور کلی، چالش‌های حفاظتی ناشی از اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه عبارتند از:

- افزایش سطح اتصال کوتاه
- جزیره‌ای شدن ناخواسته
- از میان رفتن هماهنگی تجهیزات حفاظتی
- تریپ اشتباه فیدرها ناشی از دو جهته شدن جریان خطا
- تریپ اشتباه واحدهای تولید پراکنده
- کور شدن حفاظت (کاهش حساسیت رله‌ها)
- جلوگیری از بازبست خودکار
- بازبست غیرسنکرون یا خارج از فاز[۴]

بعد از نصب منابع تولید پراکنده موارد زیر باید مورد بررسی قرار گیرد:

۱- هماهنگی رله‌های اضافه جریان فاز از پایین‌ترین سطح یعنی مولد، تا یک سطح ولتاژ بالاتر از نقطه اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه

۲- هماهنگی رله‌های اضافه جریان زمین

۱- Fault detection problems
۲- Selectivity problems
۳- Blinding of protection
۴- Out of phase reclosing

۳- هماهنگی رله‌های ولتاژی و فرکانسی در سطوح مختلف حفاظتی از ژنراتور تا یک سطح ولتاژ بالاتر از مکان اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه

۴- هماهنگی حفاظتی بین رله‌های حفاظتی خارج‌کننده منبع تولید پراکنده از شبکه با ریکلوزرها (بازبست خودکار) وفق "دستورالعمل حفاظت شبکه‌های توزیع نیروی برق ایران"

۵- هماهنگی سیستم انتقال تریپ با ریکلوزرها

۶- هماهنگی رله‌های مورد استفاده برای آشکارسازی جزیره ناخواسته در شبکه

۷- هماهنگی رله‌های مورد استفاده برای تشخیص وقوع خطای تکفاز به زمین در شبکه توسط منبع تولید پراکنده

۸- هماهنگی حفاظتی رله‌های موجود در شبکه بعد از اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه تا یک سطح ولتاژ بالاتر از مکان اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه

۹- هماهنگی حفاظتی رله ها به ازای مانورهای ممکن (در صورتی که امکان انجام مانور در فیدرهای مختلف وجود دارد که اتصال منبع تولید پراکنده به پست فوق توزیع را از چند مسیر ممکن می‌سازد)

۱۰- هماهنگی رله‌های جهت دار مورد استفاده در شبکه بعد از حضور منابع تولید پراکنده در شبکه، به ازای خطاهای مختلف

قیود، ورودی‌ها و خروجی‌های مطالعات هماهنگی حفاظتی به شرح زیر است:

قیود	❖ هماهنگی بین تجهیزات حفاظتی رعایت شود. ❖ تنظیمات تجهیزات حفاظتی به گونه‌ای باشد که به ازای خطاهای گوناگون و محل‌های مختلف خطا، دارای عملکرد صحیح و در زمان مناسب باشند. ❖ تنظیمات تجهیزات حفاظتی به گونه‌ای باشد که منجر به تریپ نابجا نشود. ❖ در خصوص منابع غیراینورتری، زمان عملکرد رله‌های حفاظتی متناسب با زمان بحرانی رفع خطا[۱] باشد (بخش ۸-۵). ❖ منحنی عملکرد رله‌های حفاظتی متناسب با منحنی آسیب تجهیزات[۲] متناظر باشد.
ورودی‌ها	❖ اطلاعات کامل تجهیزات شبکه (نوع و تنظیمات تجهیزات حفاظتی، اطلاعات ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و ...) ❖ سناریوهای مختلفی که منجر به بدترین شرایط از لحاظ هماهنگی حفاظتی می‌شوند. ❖ ساختار شبکه تحت مطالعه در حالت‌های مختلف مانور در شبکه

[۱] Critical Clearing Time: CCT
[۲] Equipment damage curve

خروجی‌ها	❖ زمان عملکرد رله‌ها ❖ مشخصات رله‌های انتخاب شده و تنظیمات آنها ❖ توالی عملکرد تجهیزات قطع‌کننده متناسب با زمان عملکرد رله مربوطه ❖ مشخصه عملکردی تجهیزات حفاظتی (در صفحه جریان-زمان و ...) ❖ منحنی هماهنگی حفاظتی بین تجهیزات حفاظتی

به منظور رعایت هماهنگی میان رله‌های منبع تولید پراکنده و شبکه توزیع، رعایت نکات زیر الزامی است:

۱) در صورت وقوع خطا در نزدیکی مولدهای سنکرون، خطر ناپایداری گذرا وجود دارد. لذا باید مولد را قبل از بروز ناپایداری گذرا از شبکه خارج کرد. برای این منظور بایستی حداقل یکی از رله‌های حفاظتی محل مشترک اتصال یا رله‌های ژنراتور را با تنظیمات مناسب به‌کار برد (مانند رله Overspeed یا رله فرکانسی).

۲) در صورتی که وقوع خطا در شبکه و عملکرد رله‌های شبکه باعث شود که یک ریزشبکه جزیره‌ای ناخواسته ایجاد شود، لازم است که کلید PCC در مدت زمان حداکثر ۲ ثانیه باز شود.

۳) در صورتی که ولتاژ یا فرکانس خروجی مولد، انحراف زیادی از مقدار نامی داشته باشد، قبل از آسیب به مولد، تجهیزات شبکه و بارهای متصل به شبکه، لازم است مولد از مدار خارج شود.

۴) در صورت وقوع خطا در شبکه بالادست، نباید مولد به صورت نابه‌جا از مدار خارج شود. یعنی لازم است هماهنگی حفاظتی با رله‌های بالادست برقرار باشد. این هماهنگی به ویژه در مورد رله‌های جریانی در محل مشترک اتصال و محل مولد، لازم است.

۵) برای عدم تداخل در عملکرد رله‌های اصلی و پشتیبان هنگام وقوع خطا، باید فاصله زمانی مناسبی بین زمان عملکرد رله‌های اصلی و پشتیبان وجود داشته باشد. در یک سیستم حفاظتی، زمان عملکرد رله بایستی بگونه‌ای باشد که اولا" این زمان آنقدر بزرگ باشد که به هنگام وقوع یک خطا، نزدیکترین کلید به محل خطا ابتدا قطع نماید. ثانیا" آنقدر بزرگ نباشد که درصورت عدم عملکرد حفاظت اصلی حتی با قطع رله‌پشتیبان، سیستم آسیب جدی ببیند.

۸-۵- مطالعات دینامیکی و پایداری گذرا

اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه‌های برق بسته به موقعیت نصب منبع تولید پراکنده در شبکه، مکان و نوع خطا، زمان عملکرد رله‌های حفاظتی و ظرفیت مولد، ممکن است باعث ایجاد ناپایداری گذرا گردد. بنابراین، یکی از پیش‌شرط‌های اتصال مولدهای پراکنده به شبکه‌های برق، انجام مطالعات پایداری گذرا و کسب اطمینان از پایداری مولدها در هنگام وقوع خطا در شبکه می‌باشد. حوادث مختلفی می‌توانند منجر به ناپایداری گذرا در شبکه گردند که از جمله آن‌ها می‌توان وقوع خطا در نزدیکی ژنراتور، خروج یکی از خطوط واسط از شبکه، خروج ترانسفورماتور بالادست در شبکه و غیره را نام برد. عوامل مختلفی بر ناپایداری گذرای شبکه تاثیر گذار می‌باشند، از جمله اینرسی ژنراتور، نوع اتصال کوتاه و محل وقوع آن در شبکه، میزان توان خروجی مولد پیش از وقوع خطای اتصال کوتاه در شبکه و نیز نوع سیستم کنترل تحریک ژنراتور سنکرون (کنترل ولتاژ، کنترل ضریب توان، کنترل توان راکتیو و ...).

معمولاً برای انجام مطالعات پایداری گذرا در شبکه‌های برق از شدیدترین نوع خطا که بیشترین ضربه را بر پایداری شبکه وارد می‌کند یعنی اتصال‌کوتاه سه‌فاز متقارن استفاده می‌شود. با انجام محاسبات پایداری گذرا جهت اطمینان از پایداری مولدهای پراکنده در هنگام وقوع خطا، شاخص زمان بحرانی رفع خطا که از آن به زمان بحرانی تحمل خطا توسط مولدها یاد می‌شود، بدست می آید. از این شاخص در تنظیم زمان عملکرد رله های حفاظتی استفاده می‌گردد.

مطالعات پایداری گذرا می‌بایست در حالت حداکثر بار و در حضور منبع تولید پراکنده و به ازای حالتهای مختلف مانور بهره برداری صورت گیرد.

مقایسه زمان بحرانی تحمل خطا با حداکثر زمان عملکرد رله‌های حفاظتی بعنوان شاخصی جهت کنترل و ارزیابی طرح اتصال از منظر پایداری گذرا مورد استفاده واقع می‌شود. در این دستورالعمل از بین انواع پایداری‌هایی که تهدید کننده شبکه و مولدها می‌باشند تنها پایداری توان-زاویه و از بین آنها هم تنها پایداری گذرای توان-زاویه که با سنکرونیزم مولد با شبکه مرتبط می‌باشد به عنوان الزام و شاخصی برای بررسی درستی و سلامت طرح اتصال استفاده شده است. برای هر طرح پیشنهادی جهت اتصال مولد پراکنده به شبکه توزیع، به ازای بدترین خطا، زمان بحرانی تحمل خطا محاسبه می‌گردد. چنانچه این زمان از ۱/۵ برابر بزرگترین زمان عملکرد رله‌های مرتبط با آن خطا بزرگتر باشد در آن صورت طرح اتصال مورد نظر از دیدگاه پایداری گذرا قابل قبول خواهد بود. در غیر اینصورت طرح اتصال غیرقابل قبول بوده و باید یکی از سه اقدام زیر انجام شود.

۱. تعویض طرح اتصال پیشنهادی با یک طرح قویتر با زمان بحرانی تحمل خطای بزرگتر

۲. کاهش زمان عملکرد رله‌های موجود در شبکه
۳. قبول ریسک ناپایداری مولد به ازای بدترین خطا و مجهز نمودن مولد به رله حفاظتی خروج از سنکرون

شایان ذکر است این بررسی به ویژه هنگامی که از چند مولد سنکرون بصورت موازی استفاده می شود اهمیت دارد که در صورت بروز خطا در یکی از آنها چنانچه در مدت زمانی کمتر از زمان بحرانی خطا رفع شود بقیه مولدها می توانند با حفظ پایداری در مدار بمانند و به تولید ادامه دهند در غیر این صورت رله های حفاظتی خروج از سنکرون باید وجود داشته باشند تا با خارج کردن آنها از شبکه، امنیت شبکه و ژنراتورها حفظ شود.

موارد فوق در خصوص مولدهای سنکرون بیان شده است. در خصوص منابع تولید پراکنده اینورتری (از قبیل نیروگاه خورشیدی) مطالعات پایداری در اثر اغتشاشات شبکه مانند خروج ناگهانی بار و خروج ناگهانی نیروگاه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در صورتی که بعد از وقوع این اغتشاشات و پاسخ کنترلی تجهیزات شبکه به آن، محدوده ولتاژ در رنج مجاز قرار گرفته و یا منجر به فروپاشی ولتاژ نگردد، پایداری سیستم حفظ شده است.

قیود، ورودی‌ها و خروجی‌های مطالعات پایداری گذرا به شرح زیر است:

قیود	❖ زمان بحرانی رفع خطا متناسب با زمان عملکرد رله‌های حفاظتی باشد. ❖ در خصوص منابع غیراینورتری، سرعت و زاویه رتور ژنراتورها در محدوده مجاز باقی بماند و سنکرونیزم ژنراتورها حفظ شود. ❖ در خصوص منابع اینورتری، در اثر اغتشاشات شبکه ولتاژ در محدوده مجاز قرار گیرد.
ورودی‌ها	❖ اطلاعات کامل تجهیزات شبکه (ثابت اینرسی، سیستم تحریک و راکتانس گذرای ژنراتورها، مدل‌سازی شبکه بینهایت و ...) ❖ تعیین نوع و محل رخداد (*Event*) مورد نظر (اتصال کوتاه، کلیدزنی و ...) ❖ ساختار شبکه تحت مطالعه در حالت‌های مختلف مانور در شبکه
خروجی‌ها	❖ زمان بحرانی رفع خطا (برای منابع غیراینورتری) ❖ سرعت و زاویه رتور ژنراتورها (برای منابع غیراینورتری) ❖ ولتاژ ترمینال واحد تولید پراکنده (برای منابع اینورتری) ❖ زمان عملکرد رله‌های حفاظتی

قابلیت گذر از اغتشاشات ولتاژ و فرکانس

در هنگام وقوع خطا در شبکه تا زمانیکه تجهیزات حفاظتی محل خطا را تشخیص داده و از بقیه شبکه جدا کنند، ولتاژ منبع افت می‌کند. در این بازه زمانی، ژنراتورهای نیروگاه‌های تولید پراکنده (بادی، خورشیدی و ...)، بسته به نوع و محل خطا، افت ولتاژ را در پایانه‌های خود تجربه می‌کنند. همچنین به دلیل قطع بارهای بزرگ، برقدار کردن بانک‌های خازنی و یا وقوع خطاهای نامتقارن ممکن است اضافه ولتاژهایی در شبکه رخ دهد. در گذشته، منابع تولید پراکنده هنگام بروز خطا یا اضافه ولتاژ، از شبکه جدا می‌شدند. ولی در طول دهه‌های اخیر که در بسیاری از کشورهای پیشرفته، ظرفیت، تعداد و ضریب نفوذ[۱] منابع تولید پراکنده افزایش چشمگیری داشته است، جدا شدن آنها از شبکه باعث از بین رفتن بخش زیادی از توان تولیدی می‌شود که می‌تواند منجر به بروز مشکلات متعدد و حتی خاموشی سراسری شبکه گردد. برای پرهیز از اثرات نامطلوب قطع منابع تولید پراکنده در کشورهای دارای ضریب نفوذ بالا، می‌بایست این منابع دارای قابلیت گذر از افت ولتاژ (LVRT)[۲] و قابلیت گذر از اضافه ولتاژ (HVRT)[۳] باشند. به این معنی که منابع تولید پراکنده، هنگام بروز خطا و افت ولتاژ و همچنین هنگام بروز اضافه ولتاژ، باید در محدوده مشخصی متصل به شبکه باقی بمانند.

نیازمندی LVRT و HVRT با پروفیل ولتاژ-زمان ارزیابی می‌گردد. این پروفیل، محدوده‌ای را که منبع تولید پراکنده باید قادر باشد در شرایط وقوع خطا یا اضافه ولتاژ، به شبکه متصل بماند و به عملکرد پایدار خود ادامه دهد، تعیین می‌نماید. الزامات و مقررات و منحنی‌های مربوط به LVRT و HVRT در کشورهای مختلف مشخص شده است.

منحنی LVRT حد پایین عملکرد قابل قبول منبع تولید پراکنده (متصل باقی ماندن به شبکه) و منحنی HVRT حد بالای عملکرد قابل قبول منبع تولید پراکنده را مشخص می‌کند. تنظیمات حفاظتی از جمله حفاظت افت ولتاژ و اضافه ولتاژ باید به گونه‌ای باشد که با عملکرد LVRT و HVRT تداخل نداشته باشد. توضیحات بیشتر در بخش ۹-۱۲-۲ ارائه شده است.

جهت مطالعه و بررسی قابلیت LVRT و HVRT منابع تولید پراکنده، لازم است مدل دینامیکی و سیستم کنترل آنها به طور دقیق پیاده‌سازی شود و شبیه‌سازی در شرایط مختلف به ازای انواع خطاها و رخدادها انجام شود. پس از انجام شبیه‌سازی‌ها، تغییرات ولتاژ منبع تولید پراکنده با محدوده منحنی‌های LVRT و HVRT مقایسه می‌شود.

---
[۱] Penetration level
[۲] Low Voltage Ride Through
[۳] High Voltage Ride Through

مشابه مطالب ارائه شده برای قابلیت گذر از اغتشاشات ولتاژ، منابع تولید پراکنده باید دارای قابلیت گذر از افت فرکانس (LFRT)[۱] و قابلیت گذر از اضافه فرکانس (HFRT)[۲] باشند. توضیحات بیشتر در بخش ۹-۱۳-۲ ارائه شده است.

تبصره: الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ در بخش ۹-۱۲-۲ و الزامات گذر از اغتشاشات فرکانس در بخش ۹-۱۳-۲ تعیین شده است. لازم به ذکر است الزامات ذکر شده در بخش‌های مذکور برای منابع تولید پراکنده‌ای که به سطح ولتاژ فشار ضعیف متصل می‌شوند، یعنی طرح‌های اتصال ۱ و ۲، الزام‌آور نمی‌باشد.

۸-۶- مطالعات سیستم زمین

طرح سیستم زمین اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه نباید باعث ایجاد اضافه ولتاژ در شبکه، بیش از حدود نامی تجهیزات متصل به شبکه گردد و نباید باعث بهم‌ریختن هماهنگی تجهیزات حفاظتی مربوط به تشخیص خطای زمین در شبکه گردد. همچنین باید میزان جریان ایجاد شده در اثر وقوع خطاهای الکتریکی متقارن یا نامتقارن را محدود نماید، ولی به اندازه‌ای محدود شود که قابل شناسایی توسط تجهیزات حفاظتی باشد.

چگونگی ارتباط بین سیستم زمین ژنراتور، ترانسفورماتور و شبکه، با توجه به نوع اتصال سیم‌پیچ-های ترانسفورماتور متصل‌کنندهٔ مولد به شبکهٔ برق، تأثیر مهمی در رفتار شبکه در هنگام وقوع انواع خطاهای اتصال‌کوتاه در مکانهای مختلف شبکه دارد. جهت پیشگیری از آثار سوء یک طراحی نامناسب برای سیستم زمین، باید مطالعات سیستم زمین به منظور ارائه طرحی جهت اتصال ایمن و مطمئن منبع تولید پراکنده به شبکه برق صورت گیرد.

طراحی سیستم زمین برای مولدهای تولید پراکنده به طرح‌های مختلف اتصال به شبکه بستگی دارد، به گونه‌ای که عواملی از قبیل تعداد مولدها، نحوه اتصال مولد تولید پراکنده به شبکه (اتصال به صورت مستقیم یا از طریق ترانسفورماتور)، سیم‌بندی ترانسفورماتورهای واسطه و نیز موازی بودن یا جدا بودن از شبکه بر روی طراحی سیستم زمین تاثیر گذارند.

در طراحی سیستم زمین موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

[۱] Low Frequency Ride Through
[۲] High Frequency Ride Through

۱- سیستم زمین نیروگاه‌های تولید پراکنده باید به گونه‌ای طراحی شود که قبل از تشخیص وقوع جزیره ناخواسته در شبکه و قطع مولد از شبکه، اضافه ولتاژ مخربی در سیستم اتصال مولد به شبکه ایجاد نگردد.

۲- طرح سیستم زمین باید به گونه‌ای انجام شود که تمامی خطاهای تکفاز به زمینی که در سمت شبکه رخ می‌دهد توسط نیروگاه تولید پراکنده دیده شود و باعث خروج منبع تولید پراکنده از مدار گردد.

۳- طرح زمین باید به گونه‌ای طراحی گردد که باعث کوری حفاظتی و کاهش حساسیت رله‌های اتصال زمین نگردد.

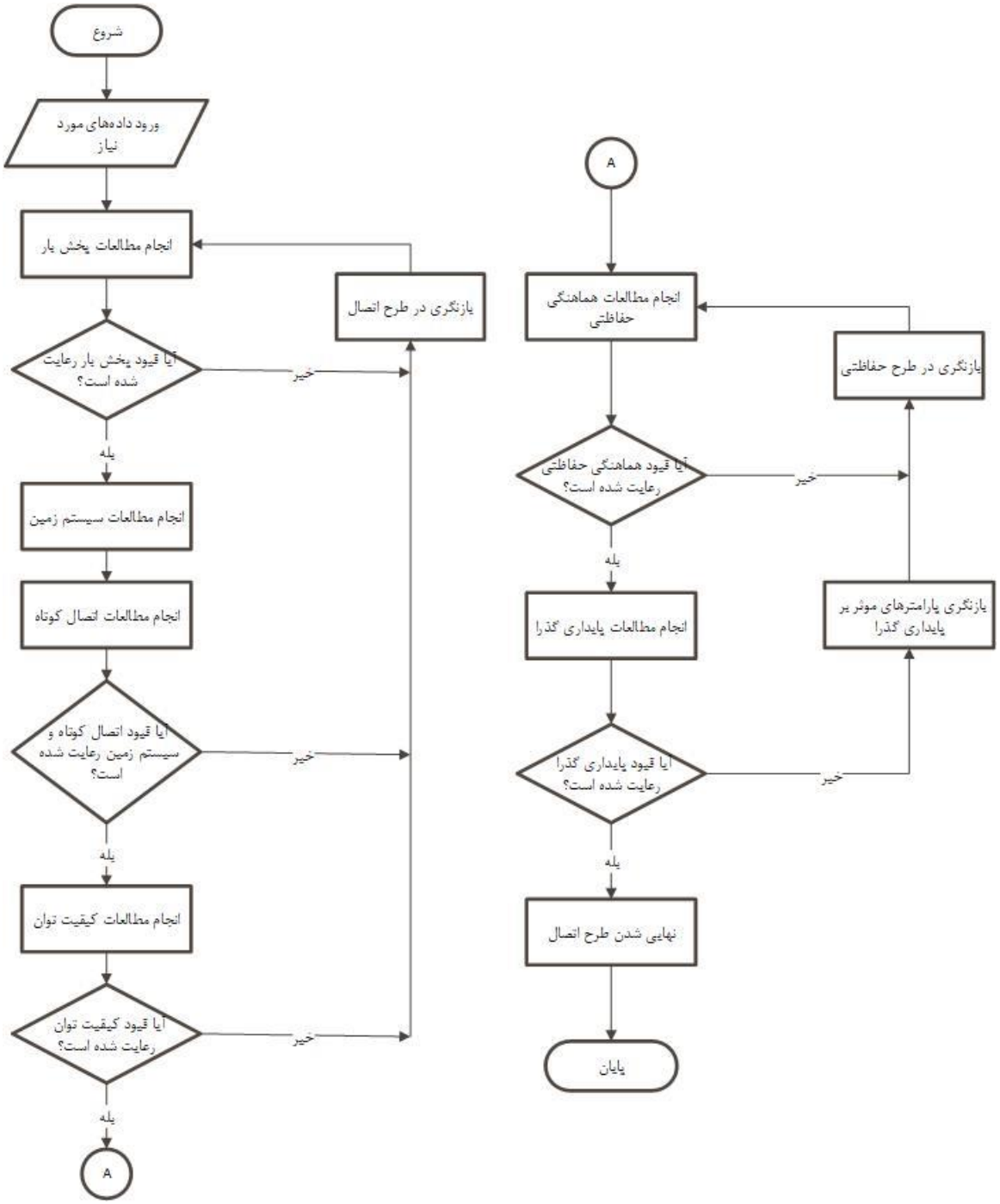
۴- سیستم ارتینگ در نظر گرفته شده برای برقگیر از سیستم ارتینگ حفاظت بدنه و نول الکتریکی باید کاملاً مجزا از هم اجرا شود. همچنین بهتر است سیستم ارتینگ حفاظت بدنه از سیستم ارتینگ نول الکتریکی به صورت مجزا از هم اجرا شود و عملکرد هر کدام، دیگری را تحت تاثیر قرار ندهد. در صورتیکه از یک سیستم ارتینگ برای حفاظت بدنه و نول الکتریکی استفاده شود، باید هادی‌های مجزا برای نول الکتریکی و حفاظت بدنه به کار رود و همبندی در تابلوی اصلی نصب شده در نقطه PCC انجام گردد.

۵- مقاومت مناسب سیستم زمین کمتر از ۲ اهم می‌باشد و بایستی به صورت فصلی کنترل و در صورت نیاز اصلاح گردد.

۶- موارد مرتبط در "دستورالعمل اجرایی سیستم اتصال زمین شبکه‌های توزیع" لحاظ شود.

۸-۷- فلوچارت انجام مطالعات

روش انجام انواع مطالعات اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه مشتمل بر قیود، ورودی‌ها و خروجی‌های هر یک از مطالعات در بخش‌های قبل ارائه گردید. فلوچارت نحوه انجام مطالعات و توالی آنها در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: فلوچارت نحوه انجام مطالعات اتصال به شبکه

۹- شرایط فنی و محدوده پارامترهای شبکه جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

مواردی که باید هنگام اتصال منابع تولید پراکنده به شبکهٔ برق مورد بررسی قرار گیرند، مطابق جدول زیر است که در ادامه تشریح می‌گردد.

۹-۱- نقطه مرجع	۹-۱۰- هماهنگی تبادل توان	۹-۱۹- مشارکت در اضافه ولتاژ
۹-۲- ولتاژهای قابل اعمال	۹-۱۱- تجهیزات جداسازی	۹-۲۰- فرو رزونانس
۹-۳- دقت اندازه‌گیری	۹-۱۲- پاسخ به اغتشاشات ولتاژ	۹-۲۱- حفاظت در برابر تداخل الکترومغناطیسی
۹-۴- توقف تولید	۹-۱۳- پاسخ به اغتشاشات فرکانس	۹-۲۲- تحمل ضربه
۹-۵- قابلیت کنترل	۹-۱۴- شرایط خطا و قطع فاز	۹-۲۳- جزیره‌ای شدن
۹-۶- ورود به سرویس	۹-۱۵- هارمونیک	۹-۲۴- قابلیت توان راکتیو و کنترل ولتاژ/توان
۹-۷- تنظیم ولتاژ	۹-۱۶- فلیکر	۹-۲۵- مانیتورینگ، تله‌متری و فرمان از راه دور
۹-۸- هماهنگی با سیستم زمین شبکه	۹-۱۷- جریان DC	۹-۲۶- مخابرات
۹-۹- سنکرون شدن با شبکه	۹-۱۸- تغییرات سریع ولتاژ	۹-۲۷- امنیت سایبری

۹-۱- نقطه مرجع

الزامات عملکردی این دستورالعمل برای یک یا چند واحد تولید پراکنده که به شبکه قدرت محلی وصل می‌شوند، می‌باشد. نقطه مرجع (RPA)، محلی است که در آن، الزامات مشخص‌شده در این دستورالعمل باید برآورده شود. مشخصات شبکه قدرت محلی و منبع تولید پراکنده، نقطه مرجع را تعیین می‌کند. به جز برای مواردی که در این دستورالعمل ذکر شده است، نقطه مرجع برای همه الزامات عملکردی نقطه PCC می‌باشد.

در شبکه‌های قدرت محلی که پیوستگی توالی صفر[۱] حفظ شود و یکی از شرایط زیر برقرار باشد، نقطه مرجع، نقطه PoC و یا با توافق بین اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای و اپراتور منبع تولید پراکنده هر نقطه‌ای بین (یا شامل) نقاط PCC و PoC خواهد بود:

الف) مجموع ظرفیت نامی منابع تولید پراکنده برابر یا کمتر از ۲۰۰ کیلووات باشد، یا

ب) دیماند بار محلی میانگین سالیانه (که توسط اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای محاسبه می‌شود) بیشتر از ۱۰ درصد مجموع ظرفیت نامی منابع تولید پراکنده باشد، و جایی که تزریق توان بیشتر از ۲۰۰ کیلووات به مدت بیشتر از ۳۰ ثانیه برای شبکه قدرت محلی مقدور نیست یا ممنوع می‌باشد.

در سایر شبکه‌های قدرت محلی که یکی از شرایط (الف) یا (ب) فوق برقرار است، ولی شرط پیوستگی توالی صفر برقرار نیست، نقطه مرجع برای الزامات عملکردی غیر از پاسخ به شرایط غیرعادی که در بخش‌های ۹-۱۲ و ۹-۱۴ مشخص شده است، باید نقطه PoC و یا با توافق بین اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای و اپراتور منبع تولید پراکنده هر نقطه‌ای بین (یا شامل) نقاط PCC و PoC باشد. نقطه مرجع برای الزامات عملکردی بخش‌های ۹-۱۲ و ۹-۱۴ نیز باید نقطه‌ای بین (یا شامل) نقاط PCC و PoC باشد که مناسب برای تشخیص شرایط غیرعادی است.

۹-۲- ولتاژهای قابل اعمال

ولتاژهای قابل اعمال، مقادیر الکتریکی هستند که عملکرد یک شبکه قدرت محلی یا یک منبع تولید پراکنده را با توجه به نقطه مرجع به صورت ترکیب فاز به نوترال، فاز به زمین و فاز به فاز و با دقت زمانی مشخص تعیین می‌کنند.

---

[۱] Zero sequence continuity:
هنگامیکه پیوستگی توالی صفر از بین می‌رود، به عنوان مثال توسط ترانسفورماتور مثلث-ستاره بین نقاط PCC و PoC، ممکن است در شرایط غیرعادی شبکه، ولتاژ نقطه PoC نمایانگر ولتاژ نقطه PCC نباشد.

برای منبع تولید پراکنده با PCC واقع در فشار متوسط، ولتاژهای قابل اعمال بر اساس آرایش[۱] و ولتاژ نامی شبکه قدرت ناحیه‌ای در PCC تعیین می‌شود. برای منبع تولید پراکنده با PCC واقع در فشار ضعیف، ولتاژهای قابل اعمال توسط آرایش سیم‌بندی‌های ولتاژ فشار ضعیف ترانسفورماتور بین سیستم فشار متوسط و سیستم فشار ضعیف تعیین می‌شود. ولتاژهای قابل اعمالی که باید تعیین شود، در جدول‌های زیر نشان داده شده است. برای سیستم‌های چندفاز، الزامات ولتاژهای قابل اعمال باید برای همه فازها اعمال شود.

جدول ۶: ولتاژهای قابل اعمال برای PCC واقع در فشار متوسط

شبکه قدرت ناحیه‌ای در PCC	ولتاژهای قابل اعمال
سه فاز ۴ سیمه	فاز به فاز و فاز به نوترال
سه فاز ۳ سیمه زمین شده	فاز به فاز و فاز به زمین
سه فاز ۳ سیمه زمین نشده	فاز به فاز

جدول ۷: ولتاژهای قابل اعمال برای PCC واقع در فشار ضعیف

آرایش سیم‌بندی فشار ضعیف ترانسفورماتور شبکه قدرت ناحیه‌ای	ولتاژهای قابل اعمال
ستاره زمین شده، تی یا زیگزاگ	فاز به فاز و فاز به نوترال یا فاز به فاز و فاز به زمین
ستاره زمین نشده ، تی یا زیگزاگ	فاز به فاز یا فاز به نوترال
مثلث	فاز به فاز

فرکانس قابل اعمال، مولفه اصلی فرکانس است. ولتاژهای قابل اعمال باید به صورت مقادیر موثر (RMS) در طول دوره فرکانس اصلی قبلی مشخص شوند.

۹-۳- دقت اندازه‌گیری

منبع تولید پراکنده باید حداقل الزامات دقت محاسبه و اندازه‌گیری حالت دائم و حالت گذرا برای ولتاژ، فرکانس، توان اکتیو، توان راکتیو و زمان را مطابق جدول ۸ پوشش دهد. دقت واقعی محاسبه و اندازه‌گیری منبع تولید پراکنده باید برای هر یک از مقادیر فوق اظهار شود.

[۱] Configuration

جدول ۸: حداقل الزامات دقت محاسبه و اندازه‌گیری*

دوره زمانی	اندازه‌گیری حالت دائم			اندازه‌گیری حالت گذرا		
پارامتر	دامنه	پنجره اندازه‌گیری	مینیمم دقت اندازه‌گیری	دامنه	پنجره اندازه‌گیری	مینیمم دقت اندازه‌گیری
ولتاژ (RMS)	۰٫۵ تا ۱٫۲ پریونیت	۱۰ سیکل	±۱ درصد ولتاژ نامی	۰٫۵ تا ۱٫۲ پریونیت	۵ سیکل	±۲ درصد ولتاژ نامی
فرکانس**	۴۱/۶۷ تا ۵۵ هرتز	۶۰ سیکل	۱۰ میلی‌هرتز	۴۱/۶۷ تا ۵۵ هرتز	۵ سیکل	۱۰۰ میلی‌هرتز
توان اکتیو	۰٫۲ تا ۱ پریونیت	۱۰ سیکل	±۵ درصد توان نامی	-	-	-
توان راکتیو	۰٫۲ تا ۱ پریونیت	۱۰ سیکل	±۵ درصد توان نامی	-	-	-
زمان	۵ تا ۶۰۰ ثانیه	-	۱ درصد بازه اندازه‌گیری	۱۰۰ میلی‌ثانیه تا ۵ ثانیه	-	۲ سیکل

* الزامات دقت اندازه‌گیری مشخص شده در این جدول، برای THD ولتاژ کمتر از ۲/۵٪ و هارمونیک ولتاژ تکی کمتر از ۱/۵٪ قابل اعمال است.

** الزامات دقت برای فرکانس تنها زمانی قابل اعمال است که ولتاژ مؤلفه اصلی بیشتر از ۳۰٪ ولتاژ نامی باشد.

۹-۴- توقف تولید

در حالت توقف تولید، منبع تولید پراکنده نباید توان اکتیو در شرایط حالت دائم یا گذرا تحویل دهد. الزامات توقف تولید باید به نقطه PoC اعمال شود. در شبکه قدرت محلی با ظرفیت نامی تجمیعی منابع تولید پراکنده کمتر از ۲۰۰ کیلووات، توان راکتیو مبادله شده در حالت توقف تولید باید کمتر از ۱۰ درصد ظرفیت نامی منبع باشد. برای منابع تولید پراکنده بزرگتر از ۲۰۰ کیلووات، توان راکتیو مبادله شده باید کمتر از ۳ درصد ظرفیت نامی منبع باشد و منحصراً از تجهیزات پسیو حاصل شود. در صورت درخواست اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای، اپراتور منبع تولید پراکنده باید سوسپتانس راکتیوی که در شرایط توقف تولید به شبکه قدرت ناحیه‌ای متصل باقی می‌ماند را فراهم کند. جذب توان اکتیو و تبادل توان راکتیو در حالت توقف تولید تنها برای ادامه تغذیه بارهای کمکی و نگهداری منبع تولید پراکنده مجاز است.

۹-۵- قابلیت کنترل

منابع تولید پراکنده باید قادر باشند حداکثر در ۲ ثانیه تولید را متوقف نموده و تریپ دهند. همچنین این منابع باید بتوانند توان اکتیو خروجی خود را محدود نمایند (بر حسب درصدی از ظرفیت نامی). محدود کردن توان اکتیو (حداکثر تا نقطه تنظیم محدودیت توان اکتیو) باید در زمانی کمتر از ۳۰ ثانیه یا زمانی که طول می‌کشد منبع انرژی اولیه[۱]، توان خود را کاهش دهد (هرکدام بزرگتر است)، انجام شود. به علاوه، انتقال[۲] بین حالت‌های عملکردی[۳] مختلف نباید بیش از ۳۰ ثانیه پس از دریافت تغییر تنظیمات حالت عملکردی در محل واسط مخابراتی منبع تولید پراکنده آغاز شود. تغییرات حالت‌های عملکردی باید به گونه‌ای اجرا شوند که خروجی منبع تولید پراکنده در یک بازه زمانی بین ۵ ثانیه تا ۳۰۰ ثانیه به آرامی انتقال یابد. برای تمام تنظیمات پارامترهای کنترلی و حفاظتی، زمان بین دریافت سیگنال توسط واسط مخابراتی منبع تولید پراکنده و آغاز اقدامی که باید انجام شود، نباید بیشتر از ۳۰ ثانیه باشد.

۹-۶- ورود به سرویس[۴]

تا زمانی که ولتاژهای قابل اعمال و فرکانس سیستم در محدوده تعیین شده در جدول زیر قرار نگرفته است، منبع تولید پراکنده نباید به شبکه قدرت ناحیه‌ای توان بدهد.

جدول ۹: معیار ورود به سرویس برای گروه‌های عملکردی I، II و III منابع تولید پراکنده

معیار ورود به سرویس		تنظیمات پیش فرض	محدوده تنظیمات مجاز
محدوده ولتاژ قابل اعمال	مقدار مینیمم	بیشتر یا مساوی ۰,۹۱۷ پریونیت	۰,۸۸ تا ۰,۹۵ پریونیت
	مقدار ماکزیمم	کمتر یا مساوی ۱,۰۵ پریونیت	۱,۰۵ تا ۱,۰۶ پریونیت
محدوده فرکانس	مقدار مینیمم	بیشتر یا مساوی ۴۹,۵ هرتز	۴۹,۰ تا ۴۹,۹ هرتز
	مقدار ماکزیمم	کمتر یا مساوی ۵۰,۱ هرتز	۵۰,۱ تا ۵۱,۰ هرتز

منبع تولید پراکنده باید قابلیت ورود به سرویس با تاخیر عمدی قابل تنظیم را زمانی که ولتاژ و فرکانس شبکه قدرت ناحیه‌ای در محدوده‌های مشخص‌شده در جدول بالا هستند، داشته باشد. محدوده قابل تنظیم حداقل تاخیر عمدی باید بین ۰ تا ۶۰۰ ثانیه با مقدار تاخیر پیش فرض ۳۰۰ ثانیه باشد.

[۱] Primary energy source
[۲] Transition
[۳] Mode
[۴] Enter service

هنگام ورود به سرویس، توان اکتیو خروجی باید به صورت خطی یا با شیب خطی پله‌ای[۱] افـزایش یابد؛ به گونه‌ای که میانگین نرخ تغییر بیش از نسبت توان اکتیو نامی منبع تولیـد پراکنـده تقسـیم بـر دوره ورود به سرویس نباشد. مدت زمان دوره ورود به سرویس باید در محدوده ۱ ثانیه تا ۱۰۰۰ ثانیه با زمان پیش فرض ۳۰۰ ثانیه قابل تنظیم باشد. حداکثر افزایش توان اکتیو هر پله در طول دوره ورود بـه سرویس باید کمتر یا مساوی ۲۰ درصد توان اکتیو نامی منبع تولید پراکنده باشد. در صورت استفاده از روش شیب پله‌ای، نرخ تغییر در دوره زمانی بین هر دو پله متوالی نباید از میانگین نـرخ تغییـر در کـل دوره ورود به سرویس فراتر رود. این الزام حـداکثر نـرخ شـیب اسـت و منبـع تولیـد پراکنـده می‌توانـد خروجی خود را کندتر از آنچه مشخص شده افزایش دهد.

- استثناء ۱: برای شبکه قدرت محلی با ظرفیت تجمیعی منبع تولید پراکنده کمتر از ۲۰۰ کیلـووات، واحدهای منبع تولید پراکنده تکی می‌توانند خروجی توان اکتیو خود را بـدون محـدودیت در نـرخ تغییر، پس از یک تاخیر زمانی تصادفی با مقدار پیش‌فرض ۳۰۰ ثانیه و قابل تنظیم بین ۱ تا ۱۰۰۰ ثانیه، افزایش دهند.

- استثناء ۲: افزایش توان اکتیو خروجی توسط شبکه قدرت محلی با ظرفیت تجمیعـی منـابع تولیـد پراکنده بزرگتر یا مساوی ۲۰۰ کیلووات، و افزایش توان با پله‌های بیشتر از ۲۰ درصـد تـوان اکتیـو نامی باید به تایید اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای برسد.

نکته: چگونگی در مدار آوردن منابع تولید پراکنده و نحوه هماهنگی و تعامل بین بهره‌بردار شبکه و اپراتور منبع تولید پراکنده به تفصیل در پیوست (ه) این دسـتورالعمل "راهنمـای بهره‌بـرداری از منـابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه" ارائه شده است که باید مد نظر قرار گیرد.

۹-۷- تنظیم ولتاژ

منابع تولید پراکنده ممکن است باعث افزایش ولتاژ یا کاهش ولتاژ در شبکه شوند. به هـر صـورت در مدار آمدن و خارج شدن از مدار منابع تولید پراکنده نباید باعث انحراف ولتاژ مصرف‌کنندگان، بـیش از حد مجاز شود.

[۱] Stepwise linear ramp

از آنجایی که منابع تولید پراکنده در هنگام بهره‌برداری موازی با شبکه مجاز به تنظیم ولتاژ فعال در شبکه نیستند، لذا بهره‌برداری از این منابع در حالت موازی با شبکه در مود $\cos\phi$ ثابت انجام می‌شود. در چنین شرایطی، AVR وظیفه دارد تحریک ژنراتور را به گونه‌ای کنترل کند که ژنراتور در ضریب توان ثابت مورد بهره‌برداری قرار بگیرد. اما هنگامی که ژنراتور از شبکه جدا می‌گردد و قصد تغذیه بار محلی خود را دارد و توانی به شبکه تزریق نمی‌کند، می‌توان AVR ژنراتور را در مود PV قرار داد، تا مولد ولتاژ بار محلی خود را تنظیم کند و بار محلی در اثر افت ولتاژ یا افزایش ولتاژ آسیب نبیند. چنانچه قرار نیست که این ژنراتور به صورت مجزا از شبکه بهره‌برداری شود، تنظیم AVR همواره در مود PQ یعنی $\cos\phi$ ثابت خواهد بود.

محدوده‌های مجاز ولتاژ مطابق جدول ۱۰ می‌باشد.

جدول ۱۰: محدوده‌های ولتاژ در سطح توزیع

سطح ولتاژ	حداقل ولتاژ (درصد از ولتاژ نامی)	حداکثر ولتاژ (درصد از ولتاژ نامی)
فشار ضعیف (تکفاز: ۲۳۰ ولت سه فاز: ۴۰۰ ولت)	٪۹۵	٪۱۰۵
فشار متوسط	۹۷/۵٪	٪۱۰۵

الف- کاهش ولتاژ

در صورت خارج شدن منابع تولید پراکنده (به صورت خواسته یا ناخواسته) به ویژه در ساعات پرباری ممکن است کاهش ولتاژ در بخش هایی از شبکه روی دهد. این موضوع در مطالعات پخش بار باید مورد توجه قرار گیرد.

همچنین بعضی از شبکه‌های برق مجهز به تنظیم‌کننده‌های جبران افت ولتاژ خط (LDC)[۱] بمنظور جبران افت ولتاژ ایجاد شده در طول فیدر هستند تا بتوانند افت ولتاژ ایجاد شده در طول فیدر را جبران‌سازی کرده و انرژی مورد نیاز مشترکین را در محدوده ولتاژی مناسبی به آنها تحویل دهند. اگر منابع تولید پراکنده در قسمت متمرکز بار نصب و درصد قابل توجهی از بار را تأمین کنند، احتمال

[۱] Line Drop Compensation

ایجاد تداخل با عملکرد LDCها وجود خواهد داشت. در این حالت، از آنجایی که منابع تولید پراکنده قسمتی از بار شبکه را تامین می‌کنند، جریان عبوری از فیدر و همچنین میزان تلفات کاهش خواهد یافت و ولتاژ در برخی از باس‌های شبکه مخصوصاً باسهایی که نزدیک به محل اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه قرار دارند، افزایش می‌یابد. در نتیجه تنظیم‌کننده ولتاژ مقدار کمتری را بمنظور تصحیح ولتاژ در نظر می‌گیرد. در چنین شرایطی اگر شبکه قبل از اتصال منابع تولید پراکنده دچار مشکل یا افت بیش از حد مجاز باشد و یا ولتاژ قبل از اتصال این مولدها به شبکه نزدیک به محدوده مجاز باشد، از آنجایی که تنظیم‌کننده، بعد از اتصال منبع تولید پراکنده ولتاژ کمتری را برای تصحیح ولتاژ انتهای خط انتخاب می‌کند، هنگامی که این مولدها از مدار خارج می‌شوند، ولتاژ در انتهای فیدر افت خواهد کرد و به طور صحیح جبران‌سازی نخواهد شد. حضور منبع تولید پراکنده می‌تواند به صورت محلی الگوهای شارش توان را تغییر دهد، همین امر می‌تواند باعث شود LTC[۱] یا SVR[۲] نتواند پروفیل ولتاژ را به نحو مطلوبی تنظیم کنند.

بمنظور جلوگیری از چنین عملکردی و برای حفظ ولتاژ مناسب در محل مشترکین، باید کنترل-کننده یا تنظیم‌کننده‌های اضافی در مرکز بار در شبکه نصب گردد.

ب- اضافه ولتاژ

اتصال منابع تولید پراکنده به فیدر موجود، باعث می‌شود قسمتی از بار فیدر که قبل از حضور منبع تولید پراکنده، توسط شبکه تأمین می‌شد، توسط منبع تولید پراکنده تأمین گردد و در برخی موارد شارش معکوس توان در شبکه را به همراه خواهد داشت که این امر در شرایط کم باری مخصوصاً برای مصرف‌کنندگانی که در نزدیکی محل اتصال نیروگاه پراکنده قرار دارند ممکن است منجر به افزایش ولتاژ گردد. در شرایط بهره‌برداری عادی، امپدانس ترانسفورماتورها و شبکه، باعث ایجاد افت ولتاژ در طول شبکه می‌شوند. به عبارت دیگر، در این حالت، منابع تولید پراکنده ممکن است با تزریق جریان در جهت معکوس، باعث کاهش افت ولتاژ در ترانسفورماتورها و شبکه شود، که این امر افزایش ولتاژ در برخی از باس‌های شبکه را در پی خواهد داشت. این موضوع در مطالعات پخش بار باید مورد توجه قرار گیرد.

[۱] Load Tap Changer
[۲] Static Voltage Regulator

۹-۸- هماهنگی با سیستم زمین شبکه

چگونگی ارتباط بین سیستم زمین منبع تولید پراکنده، ترانسفورماتور متصل‌کننده مولد به شبکه و سیستم زمین شبکه برق، یکی از مسائل بسیار مهم در مطالعات شبکه‌های برق در هنگام نصب و اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه می‌باشد. این مسأله تأثیر مهمی در رفتار شبکه در هنگام وقوع انواع خطاهای اتصال‌کوتاه در مکان‌های مختلف شبکه دارد. سیستم زمین مراکز تولید پراکنده باید به نحوی طراحی و اجرا شود که تأثیر نامطلوبی بر شبکه برق نداشته باشد و بهره‌برداری از منبع تولید پراکنده در سناریوهای مختلف، چه به صورت مجزا از شبکه یا موازی با شبکه، تداخلی در سیستم حفاظتی و همچنین بهره‌برداری از شبکه برق ایجاد نکند. اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق باید هماهنگ با سیستم زمین شبکهٔ برق باشد.

۹-۹- سنکرون شدن با شبکه

به طور کلی، سنکرونیزم به یکسان بودن دامنهٔ ولتاژ، فرکانس و زاویهٔ فاز بین شبکهٔ برق و منبع تولید پراکنده گفته می‌شود. برای سنکرون‌سازی شرایط زیر باید برقرار باشد:

۱- توالی فازها بین منبع تولید پراکنده و شبکه رعایت گردد.

۲- اختلاف فرکانس دو سیستم در محدوده مجاز باشد.

۳- اختلاف دامنه ولتاژ شبکه و منبع تولید پراکنده در محدوده مجاز باشد.

۴- زاویه فاز دو سیستم در محدوده مجاز باشد.

جدول ۱۱، شرایط اتصال منبع تولید پراکنده به شبکهٔ برق یعنی مقادیر مجاز اختلاف در لحظه وصل شدن به شبکه را نشان می‌دهد.

جدول ۱۱: شرایط اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه برق

مجموع مقادیر نامی منابع تولید پراکنده (kW)	اختلاف زاویهٔ فاز ($\Delta\theta, o$)	اختلاف ولتاژ (ΔV ,٪)	اختلاف فرکانس (Δf ,Hz)
کلاس ۱	۲۰	۱۰	۰/۳
کلاس ۲	۲۰	۱۰	۰/۳
کلاس ۳	۱۵	۵	۰/۲
کلاس ۴	۱۰	۳	۰/۱
کلاس ۵	۱۰	۳	۰/۱

ضمناً، اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه نباید باعث انحراف ولتاژ شبکه به میزان بیش از ٪۵ ± از ولتاژ نامی شبکه در نقطهٔ اتصال مشترک در سطح ولتاژ فشار ضعیف و به میزان بیش از ٪۳ ± از ولتاژ نامی شبکه در نقطهٔ اتصال مشترک در سطح ولتاژ فشار متوسط شود.

- وصل و سنکرون کردن دستی یا اتوماتیک منبع تولید پراکنده با شبکه باید با اجازه بهره‌بردار شبکه باشد.
- بهتر است سنکرون کردن توسط سیستم اتوماتیک انجام شود. استفاده از سنکرون‌سازی دستی نیز به عنوان پشتیبان سنکرون‌سازی اتوماتیک در نظر گرفته شود.
- تجهیز سنکرون‌کننده منبع تولید پراکنده با شبکه برق، باید توانایی تحمل ۲۲۰٪ ولتاژ نامی سیستم در محل سنکرونیزاسیون را داشته باشد تا از ایجاد قوس هنگامی که کلید باز است جلوگیری شود.

۹-۱۰- هماهنگی تبادل توان

هنگامی که شبکه به هر دلیلی بی‌برق می‌گردد، منابع تولید پراکنده نباید به شبکهٔ برق تزریق توان داشته باشند.

برای اطمینان از ایمنی کارکنان هنگام تعمیرات خط یا فعالیت‌های مرتبط با بازیابی سیستم، لازم است که از برقدار شدن شبکه بدون هماهنگی با شرکت برق مربوطه جلوگیری شود و مولدهای پراکنده بدون هماهنگی با بهره‌بردار شبکه برق به شبکه متصل نگردند. هنگامی که به هر دلیلی فیدر شبکه بی-برق می‌شود یا به عبارتی یک کلید در فیدر قطع می‌شود، چون مولدهای پراکنده اجازه بهره‌برداری جزیره‌ای را ندارند، باید حتماً طی مدت زمان ۲ ثانیه از شبکه جدا شوند. در این صورت منابع تولید پراکنده فقط می‌توانند بار محلی خود را تأمین کنند. همچنین، اگر ولتاژ و فرکانس شبکه خارج از محدودهٔ مجاز ارائه شده در استانداردها باشند، منابع تولید پراکنده باید از شبکه جدا شده و نباید به شبکه تزریق توان داشته باشند. بایستی عملکرد ریکلوزرها، سکشنالایزرها و سیستم اتوماسیون بکار رفته در شبکه برق بگونه‌ای تنظیم شود که از اتصال خارج از سنکرون منابع تولید پراکنده به شبکه جلوگیری به عمل آید. ریکلوزرها نباید در زمانی که منابع تولید پراکنده در مدار هستند ولی شبکه بی‌برق است فرمان وصل به کلیدهای فیدر بدهند و زمان اولین فرمان وصل آنها باید به گونه‌ای تنظیم شود که بعد از خارج شدن منابع تولید پراکنده از مدار فرمان وصل کلید را بدهند.

۹-۱۱- تجهیزات جداسازی

"بین منابع تولید پراکنده و شبکه برق باید تجهیز جداکننده‌ای وجود داشته باشد که به سهولت در دسترس بوده، قابلیت قفل شدن[۱] داشته و وضعیت باز یا بسته بودن آن نمایان و قابل رویت[۲] باشد، تا در صورت نیاز منابع تولید پراکنده از شبکه قطع گردند."

تجهیز جداکننده، منبع تولید پراکنده را از لحاظ الکتریکی از شبکهٔ برق جدا می‌کند و معمولاً در نقطه اتصال به شبکه نصب می‌شود. این تجهیز جداکننده باید بتواند جداسازی کاملی را ایجاد کند به نحوی که، اگر تجهیز جداکننده فعال شد و عمل جداسازی را انجام داد، چنانچه شبکهٔ برق یا منبع تولید پراکنده برقدار شدند، نباید شرایط مخاطره‌آمیز یا غیر ایمنی در شبکه ایجاد شود و تجهیزات و یا پرسنل حاضر در محل با خطری مواجه گردند. بنابراین، هدف اولیهٔ این تجهیز، فراهم‌آوردن ایمنی کافی برای کارکنان در طی دورهٔ انجام تعمیرات خط یا فعالیت‌های دیگر می‌باشد.

به طور کلی:

- هماهنگی مشخصات نامی کلید با منبع تولید پراکنده ضروری است.
- وصل تجهیز جداساز (کلید نقطه اتصال مشترک) منوط به ارسال فرمان وصل همزمان توسط بهره‌بردار شبکه و بهره‌بردار منابع تولید پراکنده خواهد بود.
- قطع تجهیز جداساز (کلید نقطه اتصال مشترک) منوط به ارسال فرمان قطع توسط بهره-بردار شبکه یا سرمایه‌گذار می‌باشد. اما قطع بی‌دلیل آن برای هیچ کدام از طرفین مجاز نمی‌باشد و حتی الامکان باید با هماهنگی طرفین انجام شود.
- تجهیز جداساز باید به فرمانی که از سوی بهره‌بردار شبکه صادر می‌شود حساس باشد و بتواند در صورت صدور فرمان قطع و یا وصل توسط بهره‌بردار شبکه، مولد را از شبکه جدا کند.
- تجهیز جداساز باید با سیستم‌های حفاظتی و رله‌های بکار برده شده هماهنگ باشد.
- تجهیز جداساز باید تحمل عایقی کافی در حالت باز را داشته باشد تا در صورتی که شبکه و مولد برقدار شدند باعث ایجاد شرایط ناامن و ایجاد قوس نشود.
- اگر تجهیز جداکننده نیاز بهره‌بردار شبکهٔ برق باشد، محل قرار گرفتن آن و بهره‌برداری از آن باید دقیقاً مطابق با نیاز شبکهٔ برق باشد.

---
[۱] Lockable
[۲] Visible break

۹-۱۲- پاسخ به اغتشاشات ولتاژ

۹-۱۲-۱- الزامات تریپ ولتاژ

به دلایل مختلف مثل ورود و خروج بارهای سلفی و خازنی بزرگ و سوئیچینگ‌ها و ... ممکن است ولتاژ شبکه از محدوده‌های مجاز فراتر رود.

" بمنظور حفاظت منابع تولید پراکنده در برابر اغتشاشات ولتاژ، لازم است دامنهٔ موج اصلی بـرای ولتاژهای فاز به فاز و فاز به زمین به طور دائم اندازه‌گیری شود. هنگامی که شرایط اضطراری بـه وجـود می‌آید و ولتاژها در محدودهٔ مجاز قرار ندارند، منابع تولید پراکنده باید مطابق با شرایط مشخص شده از مدار خارج شوند."

بازه تنظیمات مجاز و تنظیمات پیش‌فرض برای اضافه ولتاژ (OV)، کاهش ولتاژ (UV) و زمان رفع خطا برای منابع تولید پراکنده گروه‌های I، II و III در جداول ۱۲ تا ۱۴ ارائه شده است.

جدول ۱۲: پاسخ منبع تولید پراکنده (الزام تریپ[۱]) به شرایط غیرعادی ولتاژ برای گروه I

عملکرد تریپ	تنظیمات پیشنهادی		محدوده تنظیمات مجاز	
	ولتاژ (پریونیت بر حسب ولتاژ نامی)	زمان رفع خطا (ثانیه)	ولتاژ (پریونیت بر حسب ولتاژ نامی)	زمان رفع خطا (ثانیه)
OV۲	۱,۲	۰,۱۶	ثابت در ۱,۲	ثابت در ۰,۱۶
OV۱	۱,۱	۲	۱,۱ - ۱,۲	۱ - ۱۳
UV۱	۰,۷	۲	۰ - ۰,۸۸	۲ - ۲۱
UV۲	۰,۴۵	۰,۱۶	۰ - ۰,۵	۰,۱۶ - ۲

جدول ۱۳: پاسخ منبع تولید پراکنده (الزام تریپ) به شرایط غیرعادی ولتاژ برای گروه II

عملکرد تریپ	تنظیمات پیشنهادی		محدوده تنظیمات مجاز	
	ولتاژ (پریونیت بر حسب ولتاژ نامی)	زمان رفع خطا (ثانیه)	ولتاژ (پریونیت بر حسب ولتاژ نامی)	زمان رفع خطا (ثانیه)
OV۲	۱,۲	۰,۱۶	ثابت در ۱,۲	ثابت در ۰,۱۶
OV۱	۱,۱	۲	۱,۱ - ۱,۲	۱ - ۱۳
UV۱	۰,۷	۱۰	۰ - ۰,۸۸	۲ - ۲۱
UV۲	۰,۴۵	۰,۱۶	۰ - ۰,۵	۰,۱۶ - ۲

[۱] shall trip

جدول ۱۴: پاسخ منبع تولید پراکنده (الزام تریپ) به شرایط غیرعادی ولتاژ برای گروه III

عملکرد تریپ	تنظیمات پیشنهادی		محدوده تنظیمات مجاز	
	ولتاژ (پریونیت بر حسب ولتاژ نامی)	زمان رفع خطا (ثانیه)	ولتاژ (پریونیت بر حسب ولتاژ نامی)	زمان رفع خطا (ثانیه)
OV۲	۱,۲	۰,۱۶	ثابت در ۱,۲	ثابت در ۰,۱۶
OV۱	۱,۱	۱۳	۱,۱ - ۱,۲	۱ - ۱۳
UV۱	۰,۸۸	۲۱	۰ - ۰,۸۸	۲ - ۵۰
UV۲	۰,۵	۲	۰ - ۰,۵	۰,۱۶ - ۲۱

۹-۱۲-۲- الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ

منابع تولید پراکنده باید قابلیت گذر از اغتشاشات ولتاژ مطابق جداول ۱۵ تا ۱۷ به ازای گروه‌های مختلف را داشته باشند.

در صورتیکه فرکانس خارج از محدوده گذر مشخص شده در بخش ۹-۱۳-۲ باشد، الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ مشخص شده در این بخش قابل اعمال نیست. همچنین در صورتی که یکی از شرایط زیر اتفاق بیفتد، گذر از اغتشاشات ولتاژ مشخص شده در این بخش نباید انجام شود و منبع تولید پراکنده می‌تواند فرمان قطع از شبکه قدرت ناحیه‌ای را صادر کند:

الف) اگر توان اکتیو خالص ارسالی به شبکه قدرت ناحیه‌ای در نقطه PCC به طور پیوسته کمتر از ۱۰ درصد مجموع توان نامی منابع تولید پراکنده متصل به شبکه قدرت محلی قبل از اغتشاش ولتاژ باشد و شبکه قدرت محلی از شبکه قدرت ناحیه‌ای جدا شده باشد، یا

ب) اگر توان اکتیو بار شبکه قدرت محلی برابر یا بزرگتر از ۹۰ درصد مجموع توان خروجی منابع تولید پراکنده قبل از اغتشاش، در ۰,۱ ثانیه از زمانی که منبع تولید پراکنده توقف تولید و تریپ می‌دهد، قطع شود.

تبصره: الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ تعیین شده در این بخش، برای منابع تولید پراکنده‌ای که به سطح ولتاژ فشار ضعیف متصل می‌شوند، یعنی طرح‌های اتصال ۱ و ۲، الزام‌آور نمی‌باشد.

جدول ۱۵: الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ منبع تولید پراکنده برای گروه I

محدوده ولتاژ (پریونیت)	حالت / پاسخ عملکردی	مینیمم زمان گذر (ثانیه) (معیار طراحی)	ماکزیمم زمان پاسخ (ثانیه) (معیار طراحی)
V>۱,۲۰	توقف تولید[۱]	-	۰,۱۶
۱,۱۷۵<V≤۱,۲۰	عملکرد مجاز[۲]	۰,۲	-
۱,۱۵<V≤۱,۱۷۵	عملکرد مجاز	۰,۵	-
۱,۱۰<V≤۱,۱۵	عملکرد مجاز	۱	-
۰,۸۸≤V≤۱,۱۰	عملکرد پیوسته[۳]	بی نهایت	-
۰,۷۰≤V<۰,۸۸	عملکرد الزامی[۴]	شیب خطی ۴ ثانیه بر ۱ پریونیت ولتاژ با شروع از ۰,۷ ثانیه در ۰,۷ پریونیت $T_{VRT} = ۰.۷\ s + \frac{۴\ s}{۱\ p.u.}(V - ۰.۷\ p.u.)$	-
۰,۵۰≤V<۰,۷۰	عملکرد مجاز	۰,۱۶	-
V<۰,۵۰	توقف تولید	-	۰,۱۶

جدول ۱۶: الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ منبع تولید پراکنده برای گروه II

محدوده ولتاژ (پریونیت)	حالت / پاسخ عملکردی	مینیمم زمان گذر (ثانیه) (معیار طراحی)	ماکزیمم زمان پاسخ (ثانیه) (معیار طراحی)
V>۱,۲۰	توقف تولید	-	۰,۱۶
۱,۱۷۵<V≤۱,۲۰	عملکرد مجاز	۰,۲	-
۱,۱۵<V≤۱,۱۷۵	عملکرد مجاز	۰,۵	-
۱,۱۰<V≤۱,۱۵	عملکرد مجاز	۱	-
۰,۸۸≤V≤۱,۱۰	عملکرد پیوسته	بی نهایت	-
۰,۶۵≤V<۰,۸۸	عملکرد الزامی	شیب خطی ۸,۷ ثانیه بر ۱ پریونیت ولتاژ با شروع از ۳ ثانیه در ۰,۶۵ پریونیت $T_{VRT} = ۳\ s + \frac{۸.۷\ s}{۱\ p.u.}(V - ۰.۶۵\ p.u.)$	-
۰,۴۵≤V<۰,۶۵	عملکرد مجاز	۰,۳۲	-
۰,۳۰≤V<۰,۴۵	عملکرد مجاز	۰,۱۶	-
V<۰,۳۰	توقف تولید	-	۰,۱۶

[۱] Cease to Energize
[۲] Permissive Operation
[۳] Continuous Operation
[٤] Mandatory Operation

جدول ۱۷: الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ منبع تولید پراکنده برای گروه III

محدوده ولتاژ (پریونیت)	حالت / پاسخ عملکردی	مینیمم زمان گذر (ثانیه) (معیار طراحی)	ماکزیمم زمان پاسخ (ثانیه) (معیار طراحی)
V>۱,۲۰	توقف تولید	-	۰,۱۶
۱,۱۰<V≤۱,۲۰	قطع آنی[۱]	۱۲	۰,۰۸۳
۰,۸۸≤V≤۱,۱۰	عملکرد پیوسته	بی نهایت	-
۰,۷۰≤V<۰,۸۸	عملکرد الزامی	۲۰	-
۰,۵۰≤V<۰,۷۰	عملکرد الزامی	۱۰	-
V<۰,۵۰	قطع آنی	۱	۰,۰۸۳

عملکرد پیوسته

اغتشاشات ولتاژ با هر مدت زمانی، که در آن ولتاژ قابل اعمال در محدوده B تعریف شده در ANSI C۸۴,۱ باقی می‌ماند، نباید منجر به توقف تولید و تریپ منبع تولید پراکنده شود و منبع تولید پراکنده باید در چنین اغتشاشاتی در مدار باقی بماند و قادر باشد به تبادل توان اکتیو، حداقل به میزان قبل از اغتشاش، ادامه دهد. انحرافات موقت توان با مدت زمان کمتر از ۰,۵ ثانیه مجاز است. البته توقف تولید و تریپ منبع تولید پراکنده می‌تواند رخ دهد، در صورتیکه مؤلفه توالی منفی ولتاژ بیشتر از ۵ درصد ولتاژ نامی به مدت بیشتر از ۶۰ ثانیه یا بیشتر از ۳ درصد ولتاژ نامی به مدت بیشتر از ۳۰۰ ثانیه باشد، به شرطی که عدم تعادل ولتاژ به وسیله جریان‌های نامتعادل شبکه قدرت محلی نه ایجاد شده باشد و نه تشدید گردد.

گذر از افت ولتاژ[۲]

هنگام اغتشاشات ولتاژ موقت، که ولتاژ فازی که کمترین مقدار را دارد کمتر از حداقل ناحیه عملکرد پیوسته باشد و در بازه مشخص شده در جداول ۱۵ تا ۱۷ باشد، منبع تولید پراکنده علاوه بر قابلیت گذر، باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند، تریپ ندهد و خروجی را بازیابی کند (مطابق شرایط بیان شده در بخش "بازیابی خروجی").

[۱] Momentary Cessation
[۲] Low-voltage ride-through

در این شرایط در ناحیه عملکرد الزامی، منبع تولید پراکنده باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند، به تبادل جریان با شبکه ادامه دهد و توقف تولید و تریپ ندهد. منابع تولید پراکنده گروه‌های II و III به صورت پیش‌فرض نباید جریان ظاهری خود در حالت عملکرد الزامی را به پایین‌تر از ۸۰ درصد مقدار پیش از اغتشاش کاهش دهند. البته این مقدار در صورت توافق بین بهره‌بردار شبکه و بهره‌بردار منبع تولید پراکنده قابل تغییر است.

در ناحیه عملکرد مجاز، منبع تولید پراکنده باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند یا تریپ ندهد، می‌تواند به تبادل جریان با شبکه ادامه دهد یا توقف تولید بدهد. اگر توقف تولید بدهد، باید خروجی را بازیابی کند (مطابق شرایط بیان شده در بخش "بازیابی خروجی").

برای منابع تولید پراکنده گروه III، در ناحیه قطع آنی، مولد نباید تریپ دهد، باید توقف تولید دهد و باید خروجی را بازیابی کند (مطابق شرایط بیان شده در بخش "بازیابی خروجی").

گذر از اضافه ولتاژ[1]

هنگام اغتشاشات ولتاژ موقت، که ولتاژ فازی که بیشترین مقدار را دارد بیشتر از حداکثر ناحیه عملکرد پیوسته باشد و در بازه مشخص شده در جداول ۱۵ تا ۱۷ باشد، منبع تولید پراکنده علاوه بر قابلیت گذر، باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند، تریپ ندهد و خروجی را بازیابی کند (مطابق شرایط بیان شده در بخش "بازیابی خروجی").

در این شرایط در ناحیه عملکرد مجاز، منبع تولید پراکنده باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند یا تریپ ندهد، می‌تواند به تبادل جریان با شبکه ادامه دهد یا توقف تولید بدهد. اگر توقف تولید بدهد، باید خروجی را بازیابی کند (مطابق شرایط بیان شده در بخش "بازیابی خروجی").

برای منابع تولید پراکنده گروه III، در ناحیه قطع آنی، مولد نباید تریپ دهد، باید توقف تولید دهد و باید خروجی را بازیابی کند (مطابق شرایط بیان شده در بخش "بازیابی خروجی").

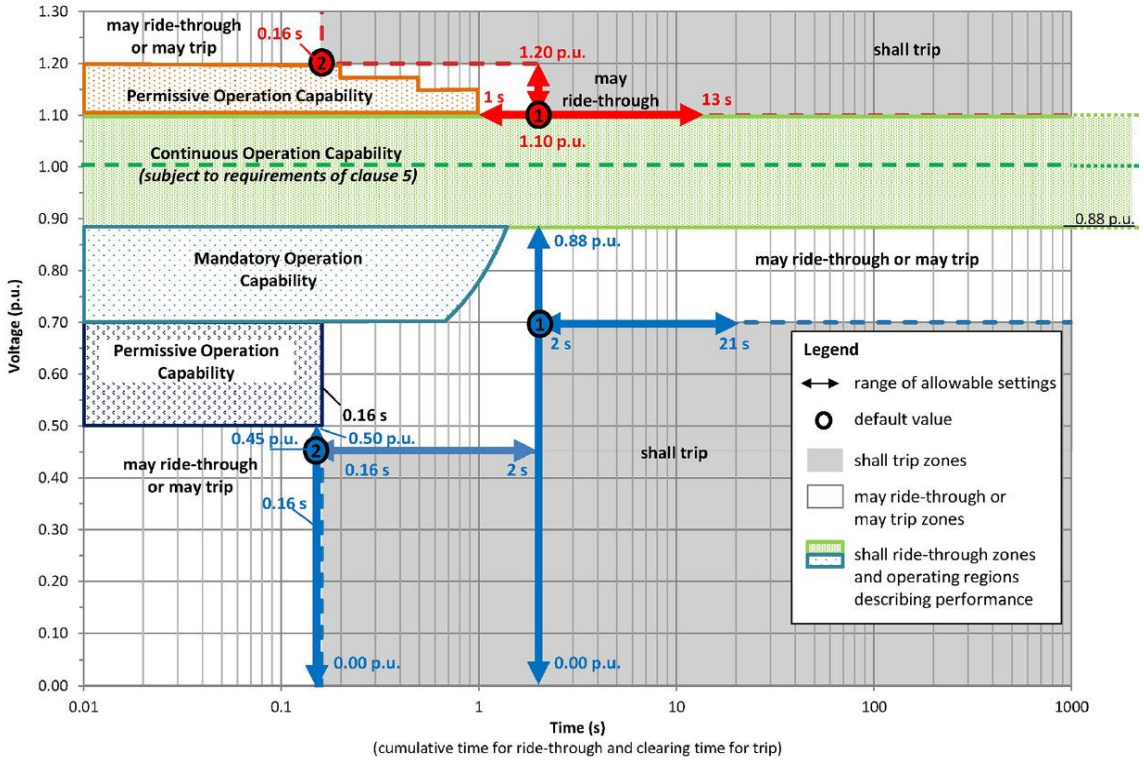
بازیابی خروجی

در صورتیکه منبع تولید پراکنده از اغتشاش ولتاژ، بدون تریپ گذر کرد، اگر ولتاژ در حالت گذر از افت ولتاژ از مقدار پایینی ناحیه عملکرد الزامی پیشی بگیرد یا ولتاژ در حالت گذر از اضافه ولتاژ به زیر

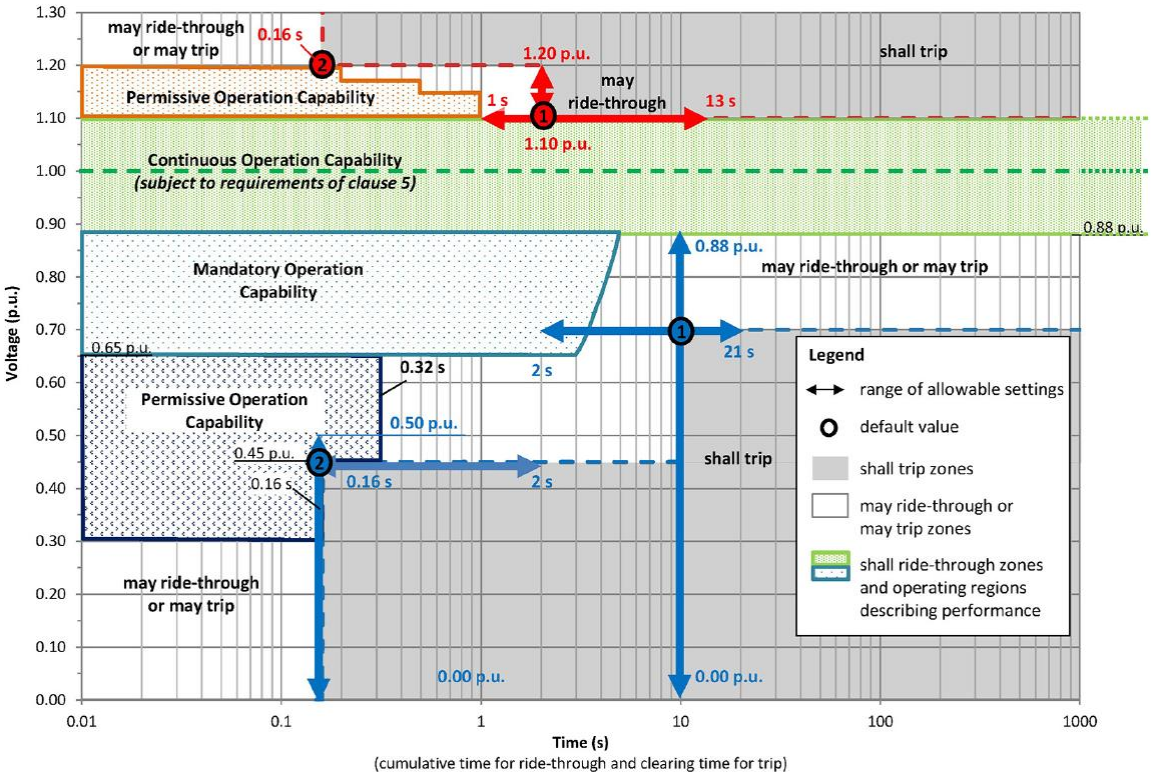
[1] High-voltage ride-through

مقدار بالایی ناحیه عملکرد پیوسته برگردد، منبع تولید پراکنده باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند و باید خروجی جریان اکتیو را در مدت زمان حداکثر ۰٫۴ ثانیه به حداقل ۸۰ درصد مقدار جریان اکتیو قبل از اغتشاش برگرداند.

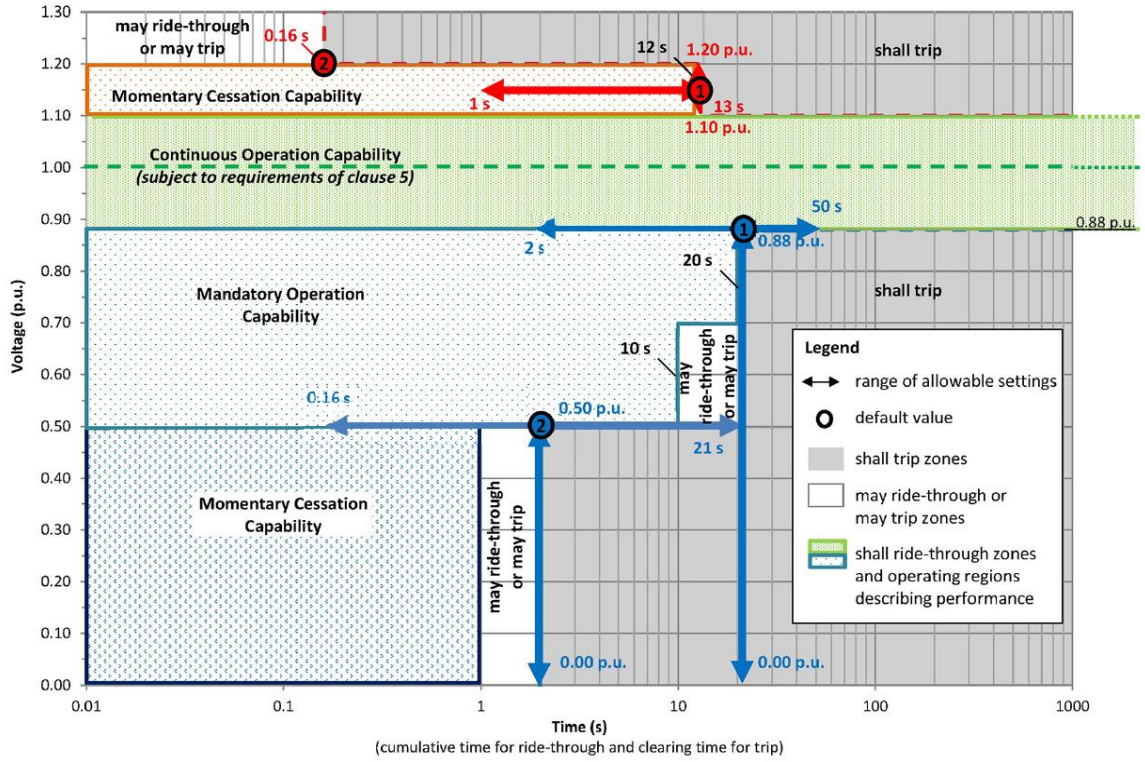
در انتهای این بخش، خلاصه‌ای از موارد مطرح شده در مورد پاسخ منبع تولید پراکنده به شرایط غیرعادی ولتاژ و الزامات گذر از ولتاژ به ازای گروه‌های مختلف در شکل‌های ۵ تا ۷ نشان داده شده است.



شکل ۵: خلاصه پاسخ منبع تولید پراکنده به شرایط غیرعادی ولتاژ و الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ برای گروه I (جداول ۱۲ و ۱۵)



شکل ۶: خلاصه پاسخ منبع تولید پراکنده به شرایط غیرعادی ولتاژ و الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ برای گروه II (جداول ۱۳ و ۱۶)



شکل ۷: خلاصه پاسخ منبع تولید پراکنده به شرایط غیرعادی ولتاژ و الزامات گذر از اغتشاشات ولتاژ برای گروه III (جداول ۱۴ و ۱۷)

نکته: با توجه به قابلیت رله حفاظتی منبع تولید پراکنده و محدوده قابل تنظیم آن، منبع تولید پراکنده در نواحی بدون رنگ (may ride-through or may trip) در شکل‌های ۵ تا ۷ می‌تواند تریپ دهد.

۹-۱۳- پاسخ به اغتشاشات فرکانس

۹-۱۳-۱- الزامات تریپ فرکانس

ورود و خروج مولدهای بزرگ یا بارهای بزرگ یا قطع شدن بخشی از فیدر و ... می‌تواند باعث شود فرکانس شبکه برای مدتی از محدوده‌های مجاز خارج شود.

"منابع تولید پراکنده باید از محدودهٔ مجاز و قابل قبول فرکانس در شبکهٔ برق پیروی کنند."

برای این منظور، لازم است تا رله‌های حساس به فرکانس در نقطه مرجع نصب شوند و هنگامی که فرکانس سیستم خارج از محدودهٔ مشخص شده در جدول ۱۸ باشد، به شرطی که مولفه اصلی ولتاژ هر فاز بیشتر از ۳۰ درصد مقدار نامی باشد، منبع تولید پراکنده باید طی زمان مشخص شده در این جدول تزریق توان به شبکه را متوقف کند و تریپ دهد.

بازه تنظیمات مجاز و تنظیمات پیش‌فرض برای اضافه فرکانس (OF)، کاهش فرکانس (UF) و زمان رفع خطا برای منابع تولید پراکنده گروه‌های I، II و III در جدول ۱۸ ارائه شده است.

جدول ۱۸: پاسخ منبع تولید پراکنده (الزام تریپ) به شرایط غیرعادی فرکانس برای گروه‌های I، II و III

عملکرد تریپ	تنظیمات پیشنهادی		محدوده تنظیمات مجاز	
	فرکانس (هرتز)	زمان رفع خطا (ثانیه)	فرکانس (هرتز)	زمان رفع خطا (ثانیه)
OF۲	۵۱,۶۷	۰,۱۶	۵۱,۵-۵۵	۰,۱۶-۱۰۰۰
OF۱	۵۱	۳۰۰	۵۰,۸۳-۵۵	۱۸۰-۱۰۰۰
UF۱	۴۸,۷۵	۳۰۰	۴۱,۶۷-۴۹,۱۷	۱۸۰-۱۰۰۰
UF۲	۴۷,۰۸	۰,۱۶	۴۱,۶۷-۴۷,۵	۰,۱۶-۱۰۰۰

۹-۱۳-۲- الزامات گذر از اغتشاشات فرکانس

منابع تولید پراکنده باید قابلیت گذر از اغتشاشات فرکانس مطابق جدول ۱۹ را داشته باشند.

تبصره: الزامات گذر از اغتشاشات فرکانس تعیین شده در این بخش، برای منابع تولید پراکنده‌ای که به سطح ولتاژ فشار ضعیف متصل می‌شوند، یعنی طرح‌های اتصال ۱ و ۲، الزام‌آور نمی‌باشد.

در صورتیکه ولتاژ خارج از محدوده گذر مشخص شده در بخش ۹-۱۲-۲ باشد، الزامات گذر از اغتشاشات فرکانس مشخص شده در این بخش قابل اعمال نیست. همچنین در صورتی که یکی از شرایط زیر اتفاق بیفتد، گذر از اغتشاشات فرکانس مشخص شده در این بخش نباید انجام شود و منبع تولید پراکنده می‌تواند فرمان قطع از شبکه قدرت ناحیه‌ای را صادر کند:

الف) اگر توان اکتیو خالص ارسالی به شبکه قدرت ناحیه‌ای در نقطه PCC به طور پیوسته کمتر از ۱۰ درصد مجموع توان نامی منابع تولید پراکنده متصل به شبکه قدرت محلی قبل از اغتشاش فرکانس باشد و شبکه قدرت محلی از شبکه قدرت ناحیه‌ای جدا شده باشد، یا

ب) اگر توان اکتیو بار شبکه قدرت محلی برابر یا بزرگتر از ۹۰ درصد مجموع توان خروجی منابع تولید پراکنده قبل از اغتشاش، در ۰٫۱ ثانیه از زمانی که مولد توقف تولید و تریپ می‌دهد، قطع شود.

جدول ۱۹: الزامات گذر از اغتشاشات فرکانس منبع تولید پراکنده برای گروه‌های I، II و III

محدوده فرکانس (هرتز)	حالت عملکردی	مینیمم زمان گذر (ثانیه) (معیار طراحی)
f>۵۱٫۶۷	هیچ الزام گذری در این بازه اعمال نمی‌شود.	
۵۱٫۰<f≤۵۱٫۵	عملکرد الزامی	۲۹۹
۴۹٫۰≤f≤۵۱٫۰	عملکرد پیوسته	بی نهایت
۴۷٫۵≤f<۴۹٫۰	عملکرد الزامی	۲۹۹
f<۴۷٫۵	هیچ الزام گذری در این بازه اعمال نمی‌شود.	

* محدوده فرکانسی ذکر شده در فوق بر اساس استاندارد IEEE ۱۵۴۷-۲۰۱۸ (با تبدیل فرکانس ۶۰ هرتز به ۵۰ هرتز) می‌باشد.

عملکرد پیوسته

اغتشاشات فرکانس با هر مدت زمانی، که در آن فرکانس سیستم در بازه ۴۹ تا ۵۱ هرتز باقی می‌ماند و نسبت پریونیت ولتاژ به فرکانس کمتر یا برابر ۱٫۱ باشد، نباید منجر به تریپ منبع تولید پراکنده شود و منبع تولید پراکنده باید در چنین اغتشاشاتی در مدار باقی بماند و قادر باشد به تبادل توان اکتیو، حداقل به میزان قبل از اغتشاش، ادامه دهد.

گذر از افت فرکانس[۱]

هنگام اغتشاشات فرکانس موقت، که فرکانس سیستم کمتر از ۴۹ هرتز و بیشتر یا مساوی ۴۷,۵ هرتز باشد و مدت زمان تجمعی پایین‌تر از ۴۹ هرتز، کمتر از ۲۹۹ ثانیه در هر دوره ۱۰ دقیقه‌ای باشد، منبع تولید پراکنده علاوه بر قابلیت گذر، باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند و نباید توان اکتیو خروجی خود را به کمتر از مقدار مشخص شده در جدول ۲۰ کاهش دهد (متناسب با گروه مربوطه).

جدول ۲۰: الزامات گذر از اغتشاشات فرکانس برای توان اکتیو خروجی گروه‌های مختلف

گروه	توان اکتیو خروجی
I	۸۰ درصد توان اکتیو نامی یا توان اکتیو خروجی قبل از اغتشاش (هرکدام کمتر است)
II و III	توان اکتیو خروجی قبل از اغتشاش

در ناحیه عملکرد الزامی، منبع تولید پراکنده باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند، به تبادل جریان قبل از اغتشاش با شبکه، با شرایط مشخص شده در جدول ۲۰، ادامه دهد و توقف تولید و تریپ ندهد.

گذر از اضافه فرکانس[۲]

هنگام اغتشاشات فرکانس موقت، که فرکانس سیستم بیشتر از ۵۱ هرتز و کمتر یا مساوی ۵۱,۵ هرتز باشد و مدت زمان تجمعی بیشتر از ۵۱ هرتز، کمتر از ۲۹۹ ثانیه در هر دوره ۱۰ دقیقه‌ای باشد، منبع تولید پراکنده علاوه بر قابلیت گذر، باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند.

در ناحیه عملکرد الزامی، منبع تولید پراکنده باید سنکرونیزم با شبکه را حفظ کند، به تبادل جریان قبل از اغتشاش با شبکه ادامه دهد و توقف تولید و تریپ ندهد.

[۱] Low-frequency ride-through
[۲] High-frequency ride-through

گذر از نرخ تغییرات فرکانس[۱] (ROCOF)

حین عملکرد پیوسته و نواحی عملکرد گذر از افت فرکانس و اضافه فرکانس، منبع تولید پراکنده باید از نوسانات فرکانس با دامنه نرخ تغییرات فرکانس (ROCOF) کمتر یا برابر با مقادیر مشخص شده در جدول ۲۱ (به ازای گروه‌های مختلف) گذر کند و تریپ ندهد. مقدار ROCOF باید متوسط نرخ تغییرات فرکانس در پنجره زمانی حداقل ۰,۱ ثانیه باشد.

جدول ۲۱: الزامات گذر از نرخ تغییرات فرکانس برای گروه‌های مختلف

گروه I	گروه II	گروه III
۰,۵ هرتز بر ثانیه	۲ هرتز بر ثانیه	۳ هرتز بر ثانیه

دروپ فرکانس (فرکانس-توان)[۲]

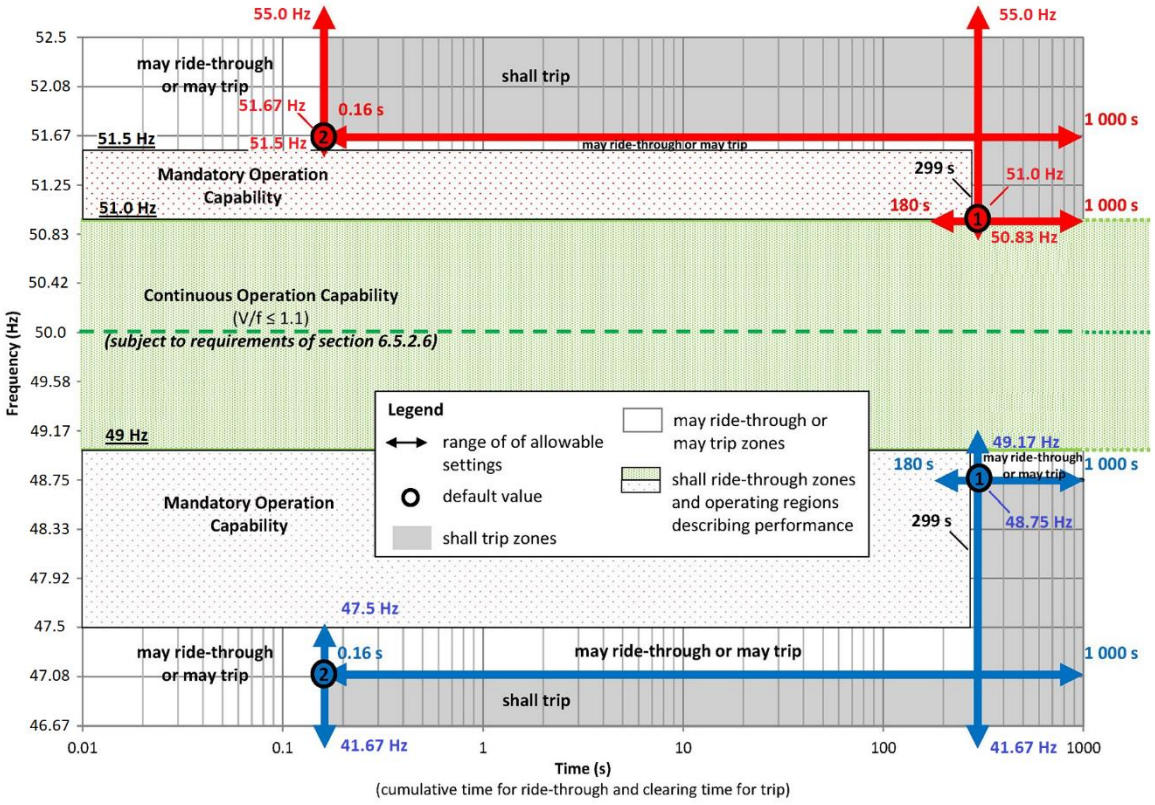
بسته به گروه عملکردی، منبع تولید پراکنده باید قابلیت عملکرد الزامی با دروپ فرکانس طی شرایط گذر از افت فرکانس و گذر از اضافه فرکانس را مطابق جدول ۲۲ داشته باشد.

جدول ۲۲: الزامات عملکرد دروپ فرکانس به ازای گروه‌های مختلف

گروه	عملکرد در شرایط افت فرکانس	عملکرد در شرایط اضافه فرکانس
I	اختیاری	الزامی
II	الزامی	الزامی
III	الزامی	الزامی

در انتهای این بخش، خلاصه‌ای از موارد مطرح شده در مورد پاسخ منبع تولید پراکنده به شرایط غیرعادی فرکانس و الزامات گذر از فرکانس به ازای گروه‌های مختلف در شکل ۸ نشان داده شده است.

[۱] Rate of change of frequency
[۲] Frequency-droop (frequency-power)



شکل ۸: خلاصه پاسخ منبع تولید پراکنده به شرایط غیرعادی فرکانس و الزامات گذر از فرکانس (جداول ۱۸ و ۱۹)

نکته: با توجه به قابلیت رله حفاظتی منبع تولید پراکنده و محدوده قابل تنظیم آن، منبع تولید پراکنده در نواحی بدون رنگ (may ride-through or may trip) در شکل ۸ می‌تواند تریپ دهد.

۹-۱۴- شرایط خطا و قطع فاز[۱]

برای خطاهای اتصال کوتاه در بخشی از مدار شبکه قدرت ناحیه‌ای که منبع تولید پراکنده به آن متصل است، مولد باید توقف تولید و تریپ دهد، مگر اینکه دستور دیگری توسط اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای صادر شود. این الزام در خطاهایی که توسط سیستم حفاظت شبکه قدرت ناحیه‌ای قابل تشخیص نیست، نباید اعمال شود. هماهنگی حفاظتی بین منبع تولید پراکنده و سیستم حفاظت شبکه قدرت ناحیه‌ای باید رعایت شود.

همچنین منبع تولید پراکنده باید شرایط قطع فاز که در نقطه مرجع (*RPA*) اتفاق می‌افتد را تشخیص دهد و حداکثر تا ۲ ثانیه فرمان تریپ همه فازها را صادر و قطع کند.

[۱] Open phase

۹-۱۵- هارمونیک

برای تحلیل هارمونیکی شبکه، باید سطح اعوجاج هارمونیکی موجود در ولتاژ شبکه برق قبل از نصب هرگونه منبع تولید پراکنده در زمان تهیه طرح اتصال مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. سپس، سهم جریان هارمونیکی ایجاد شده به وسیله منابع تولید پراکنده و تأثیری که این جریان‌ها بر اعوجاج ولتاژ دارند، باید مورد بررسی قرار گیرد.

منابع تولید پراکنده و تأسیسات مرتبط با آنها، از نقطه نظر رعایت استانداردهای موجود در مورد تولید ولتاژ و جریان هارمونیکی در شبکه و همچنین از نظر اینکه آیا هارمونیک‌های ایجاد شده توسط این منابع در محل سایت باقی خواهند ماند یا به شبکه برق تزریق خواهند شد، بایستی مورد ارزیابی قرار گیرند. اگر این هارمونیک‌ها به شبکه برق تزریق می‌شوند، تأثیر این تزریق بر اعوجاج ولتاژ شبکه باید تعیین شود، خصوصاً اگر تهدیدی برای تجهیزات مشترکان مجاور یا شبکه برق محسوب شود.

"هنگامی که منبع تولید پراکنده بارهای خطی متعادلی را تغذیه می‌کند، تزریق جریان هارمونیکی به شبکه در نقطه مرجع نباید از مقادیر ارائه شده در جداول ۲۳ و ۲۴ تجاوز نماید."

روش اندازه‌گیری مقادیر هارمونیک و میان-هارمونیک[۱] مطابق استاندارد IEEE ۵۱۹ می‌باشد. این جریان‌های تزریقی هارمونیکی بدون در نظر گرفتن هرگونه جریان هارمونیکی است که به دلیل اغتشاشات هارمونیک ولتاژ موجود در شبکه بدون اتصال منبع تولید پراکنده به وجود می‌آید.

اعوجاج جریان نامی کل (TRD)[۲] که شامل اعوجاج‌های هارمونیکی و میان-هارمونیکی است، با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\%TRD = \frac{\sqrt{I_{rms}^2 - I_1^2}}{I_{rated}} \times 100$$

در رابطه فوق:

I_1 : جریان مؤلفه اصلی

I_{rated} : ظرفیت جریان نامی منبع تولید پراکنده

I_{rms} : مقدار rms جریان منبع تولید پراکنده، که شامل همه مؤلفه‌های فرکانسی می‌باشد.

[۱] Inter-harmonic
[۲] Total Rated Current Distortion

جدول ۲۳: حداکثر انحراف هارمونیک فرد جریان برحسب درصدی از جریان نامی

مرتبهٔ هارمونیک فرد تکی h	$h<11$	$11\le h<17$	$17\le h<23$	$23\le h<35$	$35\le h<50$	TRD
درصد	۴/۰	۲/۰	۱/۵	۰/۶	۰/۳	۵/۰

جدول ۲۴: حداکثر انحراف هارمونیک زوج جریان برحسب درصدی از جریان نامی

مرتبهٔ هارمونیک زوج تکی h	$h=2$	$h=4$	$h=6$	$8\le h<50$
درصد	۱/۰	۲/۰	۳/۰	مطابق مقادیر متناظر با بازه مربوطه در جدول ۲۳

همچنین حدود مجاز هارمونیک ولتاژ در سطوح مختلف ولتاژ شبکه در جدول ۲۵ آورده شده است.

جدول ۲۵: حدود مجاز هارمونیک ولتاژ در سطوح مختلف ولتاژ در شبکه

حداکثر اعوجاج ولتاژ مجاز در شینه‌هایی با سطوح ولتاژ مختلف نسبت به ولتاژ نامی با فرکانس ۵۰ هرتز			
ولتاژ شینه	**درصد اعوجاج تکی ولتاژ هارمونیک**		**درصد اعوجاج کلی هارمونیک[۱] ولتاژ**
	فرد	**زوج**	
۳۸۰ ولت	۵/۰	۲/۵	۸/۰
۲۰ کیلوولت	۳/۰	۱/۵	۵/۰
۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت	۱/۵	۰/۷	۲/۵

۹-۱۶- فلیکر

فیلکر یکی از پدیده‌های کیفیت توان است که غالباً با تغییرات قابل توجهی در نور ساطع شده از لامپ‌های التهابی همراه است و به واسطه تغییرات ناچیز در سطوح ولتاژ ایجاد می‌شود. فلیکر می‌تواند از راه‌اندازی منبع تولید پراکنده یا تغییرات در میزان تولید آن ایجاد گردد.

"منابع تولید پراکنده نباید برای سایر مشترکان شبکهٔ برق، فلیکر قابل رؤیت و قابل توجهی ایجاد کنند."

[۱] Total Harmonic Distortion: THD

محدوده فلیکر ایجاد شده توسط منبع تولید پراکنده، که در نقطه PCC اندازه‌گیری می‌شود، باید به گونه‌ای باشد که مشارکت منبع تولید پراکنده به تنهایی در انتشار فلیکر و فلیکر کل سیستم در سطوح ولتاژ مختلف به ترتیب از محدوده مشخص شده در جدول ۲۶ و جدول ۲۷ بیشتر نباشد.

جدول ۲۶: حدود مجاز فلیکر ایجاد شده توسط منبع تولید پراکنده تکی

فلیکر کوتاه مدت[۱] E_{Pst}	فلیکر بلند مدت[۲] E_{Plt}
۰/۳۵	۰/۲۵

جدول ۲۷: حدود مجاز فلیکر در شینه‌هایی با سطوح ولتاژ مختلف

	شبکه فشارضعیف	شبکه فشار متوسط	شبکه فشارقوی و فوق فشارقوی
فلیکر کوتاه مدت P_{st}	۱	۰/۹	۰/۸
فلیکر بلند مدت P_{lt}	۰/۸	۰/۷	۰/۶

روش‌های ارزیابی و اندازه‌گیری فلیکر مطابق استانداردهای IEEE ۱۴۵۳ و IEC/TR ۶۱۰۰۰-۳-۷ می‌باشد. همچنین مقدار P_{lt} (شدت فلیکر بلند مدت) با استفاده از P_{st} (شدت فلیکر کوتاه مدت) از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12}\sum_{i=1}^{12} {P_{st_i}}^3}$$

۹-۱۷- جریان DC

جریان DC تزریقی منابع تولید پراکنده نباید بزرگتر از ۰/۵ درصد جریان خروجی نامی در نقطه مرجع باشد.

[۱] شاخص شدت فلیکر در یک دوره زمانی کوتاه مدت (۱۰ دقیقه)
[۲] شاخص شدت فلیکر در یک دوره زمانی بلند مدت (۲ ساعت)

۹-۱۸- تغییرات سریع ولتاژ (RVC)[۱]

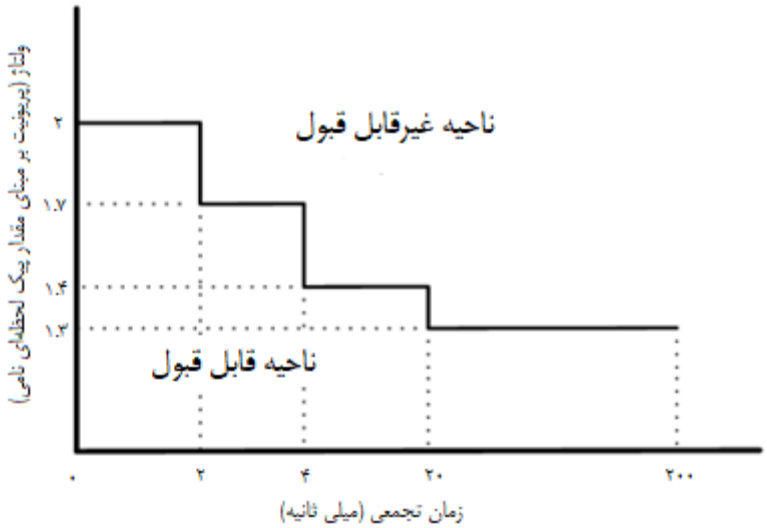
برای PCC واقع در سطح فشار متوسط، منبع تولید پراکنده نباید موجب تغییرات پله‌ای یا خطی (رمپ) در مقدار مؤثر ولتاژ PCC به میزان بیشتر از ۳ درصد مقدار ولتاژ نامی و متوسط ۳ درصد در هر ثانیه (در یک دوره یک ثانیه‌ای) شود. همچنین برای PCC واقع در سطح فشار ضعیف، منبع تولید پراکنده نباید موجب تغییرات پله‌ای یا خطی (رمپ) در مقدار مؤثر ولتاژ PCC به میزان بیشتر از ۵ درصد مقدار ولتاژ نامی و متوسط ۵ درصد در هر ثانیه (در یک دوره یک ثانیه‌ای) شود. این محدودیت‌های RVC باید به تغییرات سریع ولتاژ ناشی از برقدار شدن مکرر ترانسفورماتورها، سوئیچینگ مکرر خازن‌ها یا تغییرات سریع خروجی منبع تولید پراکنده به علت بهره‌برداری نادرست اعمال شود و نباید برای حوادث غیر مکرر از قبیل سوئیچینگ، تریپ برنامه‌ریزی نشده و برقدار شدن ترانسفورماتور مرتبط با راه‌اندازی، بازیابی خطا یا تعمیر و نگهداری در نظر گرفته شود.

۹-۱۹- مشارکت در اضافه ولتاژ

با توجه به محدودیت‌های زیر، منابع تولید پراکنده نباید در اضافه ولتاژهای مؤلفه اصلی یا لحظه‌ای مشارکت داشته باشند:

- منبع تولید پراکنده نباید باعث شود ولتاژ فاز به زمین مؤلفه اصلی در هر بخشی از شبکه قدرت ناحیه‌ای، که برای بهره‌برداری به صورت زمین شده مؤثر طراحی شده است، از ۱۳۸ درصد ولتاژ نامی فاز به زمین مؤلفه اصلی برای مدت زمان بیشتر از یک سیکل فراتر رود.
- منبع تولید پراکنده نباید باعث شود ولتاژ فاز به فاز مؤلفه اصلی در هر بخش از شبکه قدرت ناحیه‌ای، از ۱۳۸ درصد ولتاژ نامی فاز به فاز مؤلفه اصلی برای مدت زمان بیشتر از یک سیکل فراتر رود.
- منبع تولید پراکنده نباید باعث شود ولتاژ لحظه‌ای در هر بخش از شبکه قدرت ناحیه‌ای، از اندازه و مدت زمان تجمعی مشخص شده در شکل ۹ فراتر رود. مدت زمان تجمعی تنها مجموع زمان‌هایی را شامل می‌شود که ولتاژ لحظه‌ای از حد آستانه مربوطه در یک پنجره زمانی یک دقیقه‌ای بیشتر شود.

[۱] Rapid Voltage Changes



شکل ۹: محدودیت اضافه ولتاژهای گذرا

۹-۲۰- فرو رزونانس

فرو رزونانس یک پدیده تشدید غیر خطی است که می‌تواند شبکه را تحت تأثیر قرار دهد و عوامل عمده ایجاد آن در شبکه‌های شامل منابع تولید پراکنده عبارتند از کلیدزنی تک قطب، سوختن فیوزهای تکفاز، استفاده از شبکه کابلی.

بمنظور جلوگیری از ایجاد پدیده فرو رزونانس در شبکه‌های شامل منابع تولید پراکنده موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- عدم استفاده از فیوزهای تکفاز به صورت سری با منبع تولید پراکنده سه فاز
- توصیه می‌شود که تا حد امکان از بکارگیری فیوز با مکانیزم قطع تکفاز برای حفاظت فیدر فشار متوسط استفاده نشود (به ویژه اگر در فاصله فیوز تا حداقل یکی از ترانسفورماتورهای پایین دست، کابل با طول بیش از ۱۵ متر استفاده شده است).
- در صورت بکارگیری جداکننده‌های تکفاز در طول فیدر فشار متوسط، زمان قطع یا وصل پل‌های مختلف آن تا حد امکان کوتاه باشد.
- برای اتصال ژنراتور و ترانسفورماتور به شبکه، به ویژه در حالت استفاده از ترانسفورماتورهای با اتصال *Dyn*، حتی الامکان از شبکه کابلی استفاده نشود.
- حتی‌الامکان از نوترال زمین نشده برای ژنراتور استفاده نشود (مخصوصاً در شبکه کابلی با طول زیاد). توصیه می‌شود نوترل ژنراتور به نحوی زمین شود که دامنه خطای اتصال کوتاه فاز به زمین ترمینال ژنراتور به ۱۰ آمپر محدود گردد.

- این پدیده به کمک برخی از توابع حفاظتی شامل تشخیص قطع یک فاز و تشخیص خطای زمین حساس (که جریان حد عملکرد پایینی دارد و بر اساس مقدار موثر جریان مولفه صفر کار می‌کند) قابل تشخیص است. البته برای تمایز از سایر خطاهای شبکه، بکارگیری رله حفاظتی مجهز به تابع مخصوص تشخیص فرورزنانس توصیه می‌شود.
- برای حفاظت منبع تولید پراکنده و شبکه از رله $59I$ استفاده شود که مقدار پیک اضافه ولتاژ را مورد استفاده قرار می‌دهد. الزامی است از واحد اضافه ولتاژ آنی که منطبق بر منطق ۱ از ۳ است (یعنی این حفاظت در هر یک از سه فاز که فعال شد، منبع تولید پراکنده تریپ سه فاز دهد) جهت تشخیص پدیده فرورزنانس استفاده شود. مقدار حد عملکرد این واحد حفاظتی برابر ۱,۳ پریونیت توصیه می‌شود. همچنین منطق ریست شدن این واحد حفاظتی باید تاخیری باشد.
- توصیه می‌شود که PT مجهز به فیوز با جریان نامی ۴ آمپر در سمت اولیه باشد تا در صورت رخداد برخی از انواع فرورزنانس در PT از ترکیدن آن جلوگیری شود.
- توصیه می‌شود که برای حفاظت مدار ثانویه PT از MCB استفاده شود. این نیازمندی در صورت طولانی شدن مدار ثانویه الزامی است. جریان نامی MCB در این کاربرد می‌تواند ۱۶ آمپر یا کمتر انتخاب شود.
- الزامی است که از مدار میراکننده فرورزنانس در ثانویه PTها استفاده شود.

۹-۲۱- حفاظت در برابر تداخل الکترومغناطیس

"تداخل امواج الکترومغناطیسی نباید منجر به تغییر در وضعیت بهره‌برداری، یا بهره‌برداری نادرست و یا از کار افتادن منابع تولید پراکنده شود و سیستم ارتباط اتصال مولد به شبکه باید قابلیت تحمل تداخل امواج الکترومغناطیسی محیطی را مطابق با استاندارد IEEE Std C۳۷,۹۰,۲ و IEC ۶۱۰۰۰-۴-۳ یا سایر استانداردهای با حداقل شدت میدان الکتریکی ۳۰ ولت بر متر داشته باشد."

با افزایش استفاده از تجهیزات ارتباطی دارای امواج الکترومغناطیسی مانند گوشی تلفن همراه و ... و امکان به وجود آمدن تداخل الکترومغناطیسی در عملکرد تجهیزات منابع تولید پراکنده مانند رله‌ها، تمام تجهیزات منابع تولید پراکنده باید از لحاظ تحمل تداخل امواج الکترومغناطیسی، با توجه به استاندارد فوق مورد ارزیابی قرار گیرند. به عبارت دیگر، استفاده از فرستنده‌ها، گیرنده‌ها، خطوط تلفن و ... نباید باعث عملکرد نادرست رله‌های دیجیتال و تجهیزات کنترلی شود.

۹-۲۲- تحمل ضربه

"سیستم اتصال منبع تولید پراکنده به شبکهٔ برق باید قابلیت تحمل ضربه‌های ولتاژ و جریان ناشی از شبکه را برابر با استاندارد IEEE Std C۶۲,۴۱,۲، IEEE Std C۳۷,۹۰,۱، IEEE C۶۲,۴۵ یا IEC ۶۱۰۰۰-۴-۵ داشته باشد."

۹-۲۳- جزیره‌ای شدن

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 منبع تولید پراکنده به شبکه
- عدم کنترل فرکانس و ولتاژ توسط بهره‌بردار شبکه
- ممکن است هماهنگی سیستم های حفاظتی به دلیل تغییر در میزان جریان اتصال‌کوتاه 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، منبع تولید پراکنده بارهای مصرف کنندگان جزیره را تغذیه نماید، در صورت ایجاد خسارت به مصرف‌کنندگان مسئولیت به عهده شرکت برق می‌باشد.

"هنگام ایجاد یک جزیرهٔ ناخواسته که در آن منبع تولید پراکنده بخشی از شبکه را از طریق نقطهٔ اتصال مشترک تغذیه می‌کند، سیستم حفاظتی مربوط به مولد و تجهیزات ارتباط دهندهٔ 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 جزیرهٔ ناخواسته را امکان پذیر نماید:

- مجموع ظرفیت واحدهای منابع تولید پراکنده کمتر از یک سوم حداقل بار سالیانه شبکهٔ محل اتصال باشد.
- منبع تولید پراکنده و تجهیزات آن، آزمون‌های مربوط به جزیره‌ای شدن را با موفقیت طی کرده باشند.

- منابع تولید پراکنده 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 تولید پراکنده به شبکهٔ برق برعکس می-شود یا از یک مقدار مشخص بیشتر می‌گردد، از شبکه جدا می‌شوند.

منبع تولید پراکنده شامل تجهیزات ضد جزیره‌ای زیر باشد (در صورت نیاز متناسب با کلاس و طرح اتصال):

۱- حفاظت‌های ولتاژی و فرکانسی

۲- سیستم کنترل گاورنر و سیستم کنترل تحریک که توان و ضریب توان را ثابت نگه دارند.

۳- رله انتقال تریپ[۱]

۴- استفاده از رله‌های نرخ تغییرات فرکانس[۲] و جابجایی فاز[۳]

اگر ظرفیت منابع تولید پراکنده 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 منبع تولید پراکنده از شبکه خواهد شد.

برای منابع تولید پراکنده با ظرفیت بالاتر از ۱ مگاوات به منظور حصول اطمینان از خروج مولدها در هنگام رخداد جزیره ناخواسته، باید از سیستم انتقال تریپ استفاده نمود و برای مولدهای کوچکتر هم استفاده از این سیستم مطلوب می‌باشد اما تا زمانی که زیرساخت‌های آن فراهم نشده است می‌توان از رله‌های ROCOF و جابجایی فاز به طور موقت جهت آشکارسازی جزیره استفاده نمود.

[۱] Transfer trip
[۲] Rate Of Change Of Frequency: ROCOF
[۳] Vector Shift

۹-۲۴- قابلیت توان راکتیو و کنترل ولتاژ/توان

۹-۲۴-۱- مقدمه

کنترل توان راکتیو با کنترل ولتاژ سیستم و تقاضای توان راکتیو بارها مرتبط است. قابلیت‌های تنظیم توان راکتیو معمولاً به صورت کنترل ضریب توان یا کنترل توان راکتیو خروجی در هر دو حالت پیش فاز و پس فاز مطرح می‌شوند. در مورد واحدهای تولید پراکنده در سطح ولتاژ توزیع قابلیت‌های توان راکتیو به صورت کنترل ضریب توان و جبران توان راکتیو بار و در سطح ولتاژ فوق توزیع این قابلیت‌ها بیشتر با مسأله تنظیم ولتاژ گره خورده است. در مورد ژنراتورهای سنکرون، معمولاً بهره‌بردار شبکه یک محدوده برای ضریب توان مورد نیاز تعیین می‌کند و ژنراتور توان راکتیو خود را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که ضریب توان در این محدوده باقی بماند.

توابع مورد نیاز برای کنترل توان راکتیو و ولتاژ و همچنین کنترل توان اکتیو و ولتاژ منابع تولید پراکنده به ازای گروه‌های عملکردی A و B باید مطابق جدول ۲۸ باشد.

جدول ۲۸: توابع مورد نیاز برای کنترل ولتاژ و توان راکتیو/اکتیو

گروه منبع تولید پراکنده	گروه A	گروه B
تنظیم ولتاژ با کنترل توان راکتیو		
مد ضریب توان ثابت	الزامی	الزامی
مد ولتاژ- توان راکتیو (مد ولت-وار)	الزامی	الزامی
مد توان اکتیو-توان راکتیو (مد وات-وار)	نیاز ندارد	الزامی
مد توان راکتیو ثابت	الزامی	الزامی
کنترل ولتاژ و توان اکتیو		
مد ولتاژ- توان اکتیو (مد ولت-وات)	نیاز ندارد	الزامی

۹-۲۴-۲- قابلیت توان راکتیو

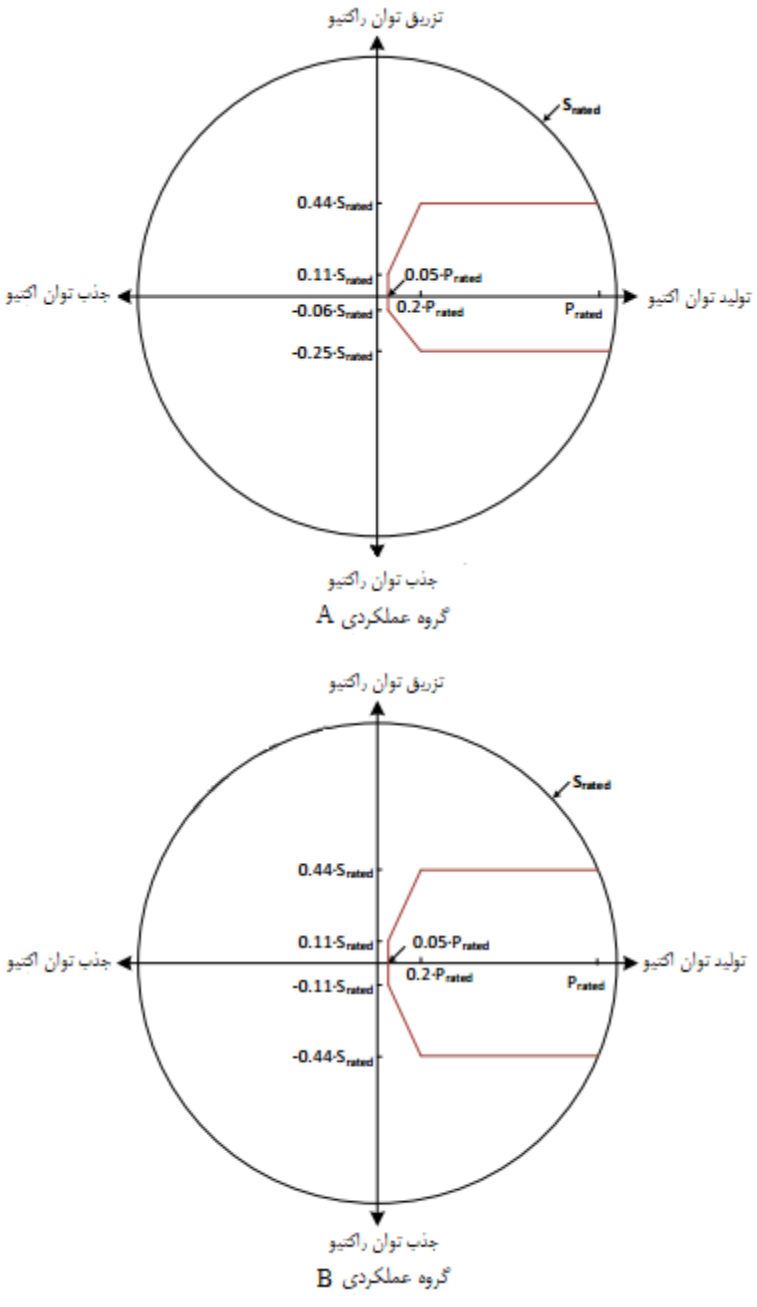
منبع تولید پراکنده برای توان اکتیو خروجی بیشتر از حداقل ظرفیت توان اکتیو حالت ماندگار (P_{min}) یا ۵٪ توان اکتیو نامی (P_{rated})، هر کدام که بزرگتر باشد، باید قادر به تزریق توان راکتیو (فوق تحریک) و جذب توان راکتیو (زیر تحریک) باشد.

زمانی که توان اکتیو خروجی بین ۵٪ تا ۲۰٪ توان اکتیو نامی باشد، منبع تولید پراکنده باید قادر به تبادل توان راکتیو تا میزان حداقل مقادیر مشخص شده در جدول ۲۹، ضرب در نسبت توان اکتیو خروجی به ۲۰٪ توان اکتیو نامی، باشد.

در توان‌های اکتیو خروجی بیشتر از ۲۰٪ توان اکتیو نامی، تزریق و یا جذب توان راکتیو به بازه مشخص شده در جدول ۲۹ محدود می‌گردد. این الزامات توان راکتیو در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۲۹: حداقل قابلیت تزریق یا جذب توان راکتیو بر حسب درصدی از توان ظاهری نامی

گروه	تزریق توان راکتیو	جذب توان راکتیو
A	۴۴	۲۵
B	۴۴	۴۴



شکل ۱۰: حداقل قابلیت توان راکتیو منبع تولید پراکنده گروه‌های A و B

۹-۲۴-۳-کنترل ولتاژ و توان راکتیو

منبع تولید پراکنده باید با تغییر توان راکتیو، قابلیت تنظیم ولتاژ را فراهم آورد. با نظر و تأیید بهره‌بردار شبکه، منبع تولید پراکنده باید به طور فعال در تنظیم ولتاژ مشارکت نماید. توابع کنترل توان راکتیو و ولتاژ، الزامی برای منبع تولید پراکنده جهت کار در نقاطی خارج از حداقل قابلیت توان راکتیو

مطرح شده در بخش قبل ایجاد نمی‌کند. مطابق جدول ۲۸، منبع تولید پراکنده باید قادر باشد مدهای کنترل توان راکتیو زیر را فراهم آورد:

- مد ضریب توان ثابت
- مد ولتاژ-توان راکتیو
- مد توان اکتیو-توان راکتیو
- مد توان راکتیو ثابت

مد ضریب توان ثابت با تنظیمات ضریب توان واحد، باید حالت پیش فرض منبع تولید پراکنده نصب شده باشد مگر آن که مد دیگری توسط بهره‌بردار شبکه تعیین گردد. بهره‌بردار منبع تولید پراکنده مسئولیت اجرای تغییر تنظیمات و انتخاب مدهای مختلف را که توسط بهره‌بردار شبکه تعیین می‌گردد، برعهده دارد و باید در مدت زمان قابل قبولی از نظر بهره‌بردار شبکه، این تغییرات را انجام دهد.

مد ضریب توان ثابت

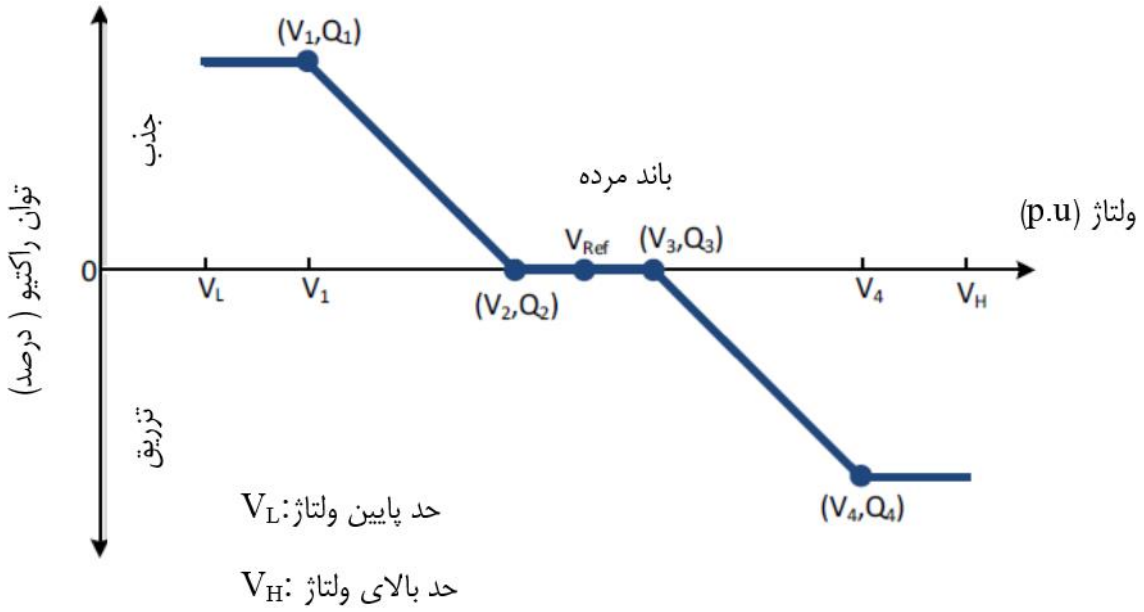
در این حالت کنترلی، منبع تولید پراکنده باید تحت ضریب توان ثابتی عملکرد داشته باشد. در این حالت ضریب توان هدف توسط بهره‌بردار شبکه مشخص می‌گردد و نباید به گونه‌ای باشد که نیاز به توان راکتیو بیشتری نسبت به الزامات قابلیت توان راکتیو بیان شده در بخش ۹-۲۴-۲ باشد. تنظیمات ضریب توان در این حالت کنترلی می‌تواند به صورت محلی و یا به صورت کنترل از راه دور توسط بهره-بردار شبکه انجام گیرد. حداکثر زمان پاسخ منبع تولید پراکنده برای ثابت نگه داشتن ضریب توان باید کمتر از ۱۰ ثانیه باشد.

مد ولتاژ-توان راکتیو

در این حالت عملکردی، منبع تولید پراکنده باید به صورت فعال توان راکتیو خروجی خود را به صورت تابعی از تغییرات ولتاژ، به صورت یک مشخصه ولتاژ- توان راکتیو خطی-تکه‌ای[۱] دنبال کند. یک نمونه برای مشخصه ولتاژ-توان راکتیو در شکل ۱۱ نشان داده شده است. مشخصه ولتاژ- توان راکتیو اگر توسط اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای مشخص نشده باشد باید مطابق با مقادیر پیش‌فرض ارائه شده در جدول ۳۰ باشد. اگر توسط اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای مشخص شده باشد، مشخصه ولتاژ- توان

[۱] Piece linear

راکتیو باید توسط مقادیر قابل قبول و در محدوده مجاز تنظیم گردد. مشخصه ولتاژ- توان راکتیو باید به صورت محلی و یا از راه دور توسط اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای قابل تنظیم باشد.



شکل ۱۱: نمونه‌ای از مشخصه ولتاژ-توان راکتیو

جدول ۳۰: تنظیمات ولتاژ – توان راکتیو برای گروه‌های *A* و *B*

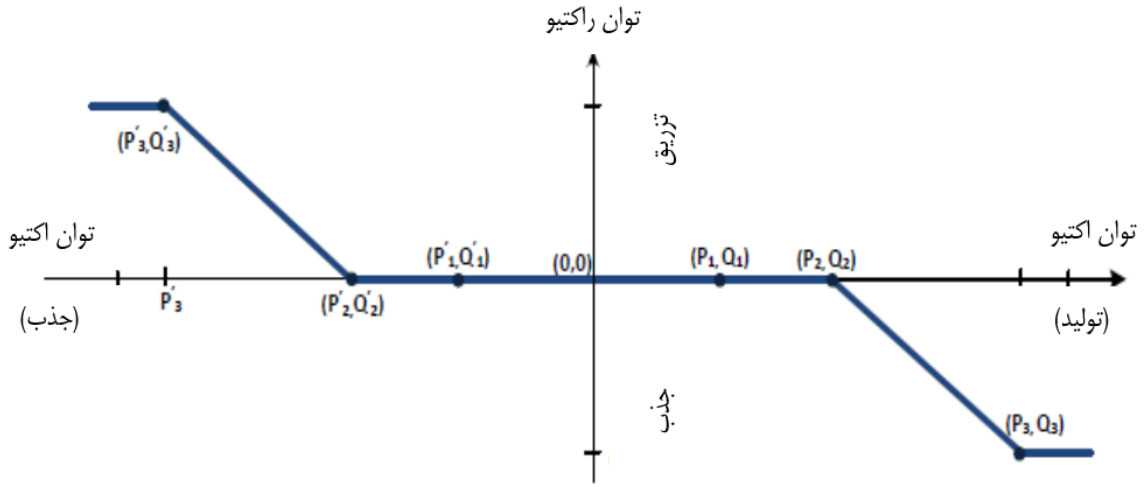
پارامترهای ولتاژ – توان راکتیو	تنظیمات پیش فرض		محدوده تنظیمات مجاز	
	گروه A	گروه B	حداقل	حداکثر
V_{Ref}	V_N	V_N	۰,۹۵ V_N	۱,۰۵ V_N
$V_۲$	V_N	V_{ref} - ۰,۲ V_N	گروه A: V_{ref} گروه B: V_{ref} - ۰,۳ V_N	V_{ref}
$Q_۲$	۰	۰	۱۰۰٪ قابلیت توان راکتیو نامی، جذب	۱۰۰٪ قابلیت توان راکتیو نامی، تزریق
$V_۳$	V_N	V_{ref} - ۰,۲ V_N	V_{ref}	گروه A: V_{ref} گروه B: V_{ref} + ۰,۳ V_N
$Q_۳$	۰	۰	۱۰۰٪ قابلیت توان راکتیو نامی، جذب	۱۰۰٪ قابلیت توان راکتیو نامی، تزریق
$V_۱$	۰,۹ V_N	V_{ref} - ۰,۰۸ V_N	V_{ref} - ۰,۱۸ V_N	$V_۲$ - ۰,۰۲ V_N
$Q_۱$	۲۵٪ ظرفیت توان ظاهری نامی، تزریق	۴۴٪ ظرفیت توان ظاهری نامی، تزریق	۰	۱۰۰٪ قابلیت توان راکتیو نامی، تزریق
$V_۴$	۱,۱ V_N	V_{ref} + ۰,۰۸ V_N	$V_۲$ + ۰,۰۲ V_N	V_{ref} + ۰,۱۸ V_N
$Q_۴$	۲۵٪ ظرفیت توان ظاهری نامی، جذب	۴۴٪ ظرفیت توان ظاهری نامی، جذب	۱۰۰٪ قابلیت توان راکتیو نامی، جذب	۰
پاسخ زمانی حلقه باز	۱۰ ثانیه	۵ ثانیه	۱ ثانیه	۹۰ ثانیه

V_N ولتاژ نامی است.

منبع تولید پراکنده قادر به تنظیم مستقل ولتاژ مرجع (V_{Ref}) است و مقدار ولتاژ مرجع برابر با ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط فیلتر پایین‌گذر می‌باشد. ثابت زمانی باید حداقل در محدوده ۳۰۰ ثانیه تا ۵۰۰ ثانیه قابل تنظیم باشد. مشخصه ولتاژ- توان راکتیو باید با توجه به تغییرات ولتاژ مرجع، به صورت خودکار تنظیم گردد. برای تنظیم مستقل ولتاژ مرجع توسط بهره‌بردار منبع تولید پراکنده، اجازه و تصویب اپراتور شبکه نیاز است. اجرای تنظیمات مستقل ولتاژ مرجع و ثابت زمانی مرتبط با آن باید توسط اپراتور شبکه تعیین گردد.

مد توان اکتیو-توان راکتیو

در این حالت، منبع تولید پراکنده باید به صورت فعال، توان راکتیو خروجی خود را به صورت تابعی از توان اکتیو خروجی کنترل نماید. در این حالت مشخصه توان اکتیو- توان راکتیو هدف به صورت یک مشخصه خطی-تکه‌ای و بدون هیچگونه تاخیر زمانی عمدی می‌باشد. در هیچ حالتی نباید زمان پاسخ بیشتر از ۱۰ ثانیه باشد. نمونه‌ای از مشخصه توان اکتیو-توان راکتیو در شکل ۱۲ نمایش داده شده است. این مشخصه باید مطابق با مقادیر پیش‌فرض ارائه شده در جدول ۳۱ باشد. همچنین تنظیم مشخصه طبق نظر بهره‌بردار شبکه در محدوده قابل تنظیم مجاز است. بخش سمت چپ شکل ۱۲ و بخش‌های مرتبط در جدول ۳۱ تنها برای منابع تولید پراکنده دارای قابلیت جذب توان اکتیو اعمال می‌شود. تنظیم مشخصه توان اکتیو- توان راکتیو به صورت محلی و یا از راه دور توسط اپراتور شبکه قدرت ناحیه‌ای مجاز است.



شکل ۱۲: نمونه‌ای از مشخصه توان اکتیو-توان راکتیو

جدول ۳۱: تنظیمات توان اکتیو – توان راکتیو برای گروه‌های *A* و *B*

پارامترهای توان اکتیو – توان راکتیو	تنظیمات پیش فرض		محدوده تنظیمات مجاز	
	گروه A	گروه B	حداقل	حداکثر
P_3	P_{rated}		$P_2 + 0.1\ P_{rated}$	P_{rated}
P_2	$0.5\ P_{rated}$		$0.4\ P_{rated}$	$0.8\ P_{rated}$
P_1	مقدار بزرگتر بین $0.5\ P_{rated}$ و P_{min}		P_{min}	$P_2 - 0.1\ P_{rated}$
P_1'	مقدار کمتر بین $0.5\ P_{rated}'$ و P_{min}'		$P_2' - 0.1\ P_{rated}'$	P_{min}'
P_2'	$0.5\ P_{rated}'$		$0.8\ P_{rated}'$	$0.4\ P_{rated}'$
P_3'	P_{rated}'		$0.5\ P_{rated}'$	$P_2' + 0.1\ P_{rated}'$
Q_3	۲۵٪ ظرفیت توان ظاهری نامی، جذب	۴۴٪ ظرفیت توان ظاهری نامی، جذب	۱۰۰٪ قابلیت جذب توان راکتیو نامی	۱۰۰٪ قابلیت تزریق توان راکتیو نامی
Q_2	۰			
Q_1	۰			
Q_1'	۰			
Q_2'	۰			
Q_3'	۴۴٪ ظرفیت توان ظاهری نامی، جذب			

P_{rated} توان اکتیو نامی منبع تولید پراکنده است.

P_{rated}' ماکزیمم توان اکتیوی که توسط منبع تولید پراکنده جذب می‌شود.

P_{min} حداقل توان اکتیو خروجی منبع تولید پراکنده است.

P_{min}' حداقل توان اکتیوی، در مقدار، است که توسط منبع تولید پراکنده جذب می‌شود.

P' پارامترهایی که مقداری منفی دارند.

مد توان راکتیو ثابت

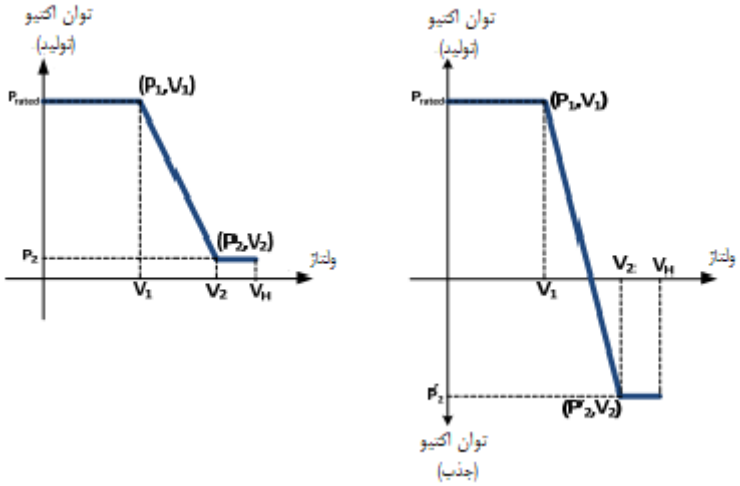
در این حالت، منبع تولید پراکنده باید توان راکتیو خود را ثابت نگه دارد. سطح توان راکتیو مورد نظر و اینکه در مد تزریق و یا جذب توان راکتیو باشد، باید توسط اپراتور شبکه تعیین گردد و در محدوده مجاز تعیین شده در بخش ۹-۲۴-۲ باشد. در این حالت نیز تنظیم سطح توان راکتیو، می‌تواند به صورت محلی و یا از راه دور توسط بهره‌بردار شبکه تنظیم گردد. حداکثر زمان پاسخ‌گویی برای ثابت نگه داشتن توان راکتیو باید کمتر از ۱۰ ثانیه باشد.

۹-۲۴-۴-کنترل ولتاژ و توان اکتیو

همانطور که در جدول ۲۸ مشخص شده است، گروه عملکردی B با تغییر توان اکتیو، قابلیت تنظیم ولتاژ را فراهم می‌کند. فعال یا غیرفعال کردن این عملکرد به اختیار بهره‌بردار شبکه است. پیش فرض این است که این عملکرد غیرفعال است.

مد ولتاژ-توان اکتیو

در این حالت منبع تولید پراکنده باید حداکثر توان اکتیو خود را به عنوان تابعی از ولتاژ مطابق یک مشخصه خطی تکه‌ای ولتاژ-توان اکتیو ، محدود کند. دو نمونه از این مشخصه‌ها در شکل ۱۳ نشان داده شده است. مشخصه باید مطابق با مقادیر پارامترهای پیش‌فرض مشخص‌شده در جدول ۳۲ برای گروه‌های عملکردی عادی منبع تولید پراکنده مشخص شود. مشخصه می‌تواند توسط بهره‌بردار شبکه با استفاده از مقادیری در محدوده قابل تنظیم مشخص شده، پیکربندی شود. در این حالت نیز منحنی مشخصه ولتاژ-توان اکتیو، می‌تواند به صورت محلی و یا از راه دور توسط بهره‌بردار شبکه تنظیم گردد. مد ولتاژ-توان اکتیو (در صورت فعال‌سازی) باید تا زمانی که مد ولتاژ-توان راکتیو فعال است، فعال باقی بماند.



شکل ۱۳: نمونه‌هایی از مشخصه ولتاژ-توان اکتیو

جدول ۳۲: تنظیمات ولتاژ-توان اکتیو برای گروه‌های *A* و *B*

پارامترهای ولتاژ-توان اکتیو	تنظیمات پیش فرض	محدوده تنظیمات مجاز	
		حداقل	حداکثر
$V_۱$	۱,۰۶ V_N	۱,۰۵ V_N	۱,۰۹ V_N
$P_۱$	P_{rated}	-	-
$V_۲$	۱,۱ V_N	$V_۱$ + ۰,۰۱ V_N	۱,۱ V_N
$P_۲$ (قابل اعمال برای منابع تولید پراکنده‌ای که تنها می‌توانند توان اکتیو تولید کنند)	مقدار کمتر بین P_{rated} ۰,۲ و P_{min}*	P_{min}	P_{rated}
$P_۲'$ (قابل اعمال برای منابع تولید پراکنده‌ای که می‌توانند توان اکتیو تولید و جذب کنند)	۰	۰	P_{rated}'**
پاسخ زمانی حلقه باز	۱۰ ثانیه***	۰,۵ ثانیه	۶۰ ثانیه

* P_{min} حداقل توان اکتیو خروجی منبع تولید پراکنده به صورت پریونیتی است.

** P_{rated}' حداکثر توان اکتیوی که می‌تواند توسط منبع تولید پراکنده جذب شود.

*** تنظیمات مربوط به پاسخ زمانی حلقه باز کمتر از ۳ ثانیه باید توسط بهره‌بردار شبکه با درنظرگیری رفتار نوسانی دینامیکی سیستم تایید شود.

۹-۲۴-۵-الزامات توان راکتیو

در این دستورالعمل الزامات توان راکتیو در قالب محدودیت‌هایی برای ضریب توان منبع تولید پراکنده بیان می‌شود. محدوده مجاز ضریب توان برای کلاس‌های قدرت پنج‌گانه و انواع منابع تولید پراکنده (بادی، اینورتری و سنکرون) باید مطابق جداول ۳۳ تا ۳۵ باشد. همچنین حداکثر زمان پاسخگویی منابع تولید پراکنده برای حفظ ضریب توان در بازه مشخص شده برای کلاس‌های پنج‌گانه، برابر با ۱۰ ثانیه می‌باشد.

جدول ۳۳: محدوده مجاز ضریب توان واحدهای تولید پراکنده کلاس ۱

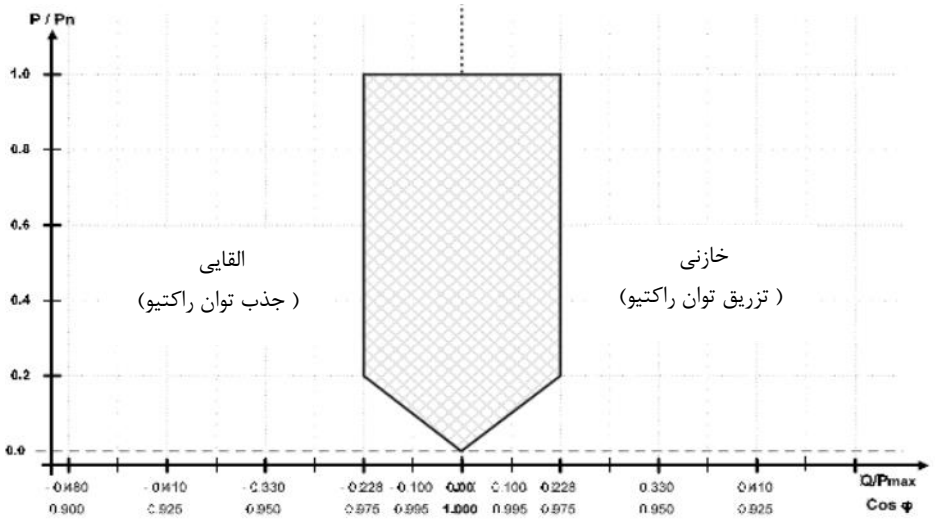
نوع منبع	بادی	اینورتری	سنکرون
محدوده مجاز ضریب توان	- توان تولیدی کمتر از ۲۰٪ توان نامی: ۱ - توان تولیدی بیشتر از ۲۰٪ توان نامی: بین ۰/۹۵ پیشفاز و ۰/۹۵ پسفاز	- توان تولیدی کمتر از ۲۰٪ توان نامی: ۱ - توان تولیدی بین ۲۰٪ و ۵۰٪ توان نامی: بین ۰/۹۵ پیشفاز و ۰/۹۵ پسفاز - توان تولیدی بیشتر از ۵۰٪ توان نامی: بین ۰/۹۸ پیشفاز و ۰/۹۸ پسفاز	بین ۰/۹۵ پیشفاز و ۰/۸۵ پسفاز

جدول ۳۴: محدوده مجاز ضریب توان واحدهای تولید پراکنده کلاس‌های ۲ و ۳

نوع منبع	بادی	اینورتری	سنکرون
محدوده مجاز ضریب توان	بین ۰/۹۵ پیشفاز و ۰/۹۵ پسفاز	بین ۰/۹ پیشفاز و ۰/۹ پسفاز	بین ۰/۹۵ پیشفاز و ۰/۸۵ پسفاز

جدول ۳۵: محدوده مجاز ضریب توان واحدهای تولید پراکنده کلاس‌های ۴ و ۵

نوع منبع	بادی	اینورتری	سنکرون
محدوده مجاز ضریب توان	مطابق شکل ۱۴	بین ۰/۹ پیشفاز و ۰/۹ پسفاز	بین ۰/۸۵ پیشفاز و ۰/۸۵ پسفاز



شکل ۱۴: محدوده مجاز ضریب توان برای واحدهای تولید پراکنده بادی در کلاس‌های ۴ و ۵

لازم به ذکر است منابع تولید پراکنده بادی در کلاس ۵ باید به سیستم خودکار کنترل ولتاژ (AVR) مجهز باشند تا توانایی کنترل ولتاژ نقطه اتصال به شبکه را دارا باشند.

نکته: با توجه به ابلاغیه شماره ۹۷/۵۳۷۱۰/۳۵۰ مورخ ۹۷/۱۲/۱۹ معاون محترم وزیر نیرو در امور برق و انرژی، نیروگاه‌های خورشیدی بالای ۱۰ مگاوات، نیروگاه‌های بادی و مقیاس کوچک بایستی امکان مشارکت در تأمین توان راکتیو به میزان ۳۰ درصد توان اکتیو تولیدی در هر دو حالت جذب و تزریق را داشته باشند.

۹-۲۵- مانیتورینگ، تله‌متری و فرمان از راه دور

منابع تولید پراکنده با ظرفیت (یا مجموع ظرفیت متصل به یک نقطه اتصال مشترک) ۲۰۰ کیلووات یا بیشتر یعنی کلاس‌های ۳ ، ۴ و ۵ باید دارای تجهیزاتی برای مانیتورینگ و پایش وضعیت باشند. این مانیتورینگ می‌تواند به صورت محلی یا از راه دور باشد. همچنین منابع تولید پراکنده کلاس‌های ۱ و ۲ به تشخیص اپراتور شرکت برق ممکن است نیاز به مانیتورینگ داشته باشند.

به طور کلی در سیستم مانیتورینگ برای هر مولد باید موارد زیر به شرکت برق ارسال گردد. لیست کامل سیگنال‌های مربوط به هر یک از منابع تولید پراکنده کلاس‌های ۳، ۴ و ۵ در ادامه آمده است.

- وضعیت کلید متصل‌کننده منبع تولید پراکنده به شبکه (قطع یا وصل بودن کلید PCC) و سایر کلیدهای پست پاساژ
- توان اکتیو تزریقی به شبکه
- توان راکتیو تزریقی
- ولتاژ در نقطه اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه
- وضعیت درب پست پاساژ
- سیگنال سنسور دود

ملزومات مورد نیاز برای مانیتورینگ شامل موارد زیر می‌باشد:

- ترانسدیوسرها و ترانسفورمرهای ولتاژ و جریان
- پورتهای نرم‌افزاری[۱] بر روی تجهیزات منابع تولید پراکنده برای بازیابی اطلاعات مورد نیاز
- تجهیزات اندازه‌گیری و ثبت و نگهداری داده‌ها و اطلاعات
- RTU
- بستر مخابراتی مناسب جهت انتقال داده‌ها به مرکز دیسپاچینگ
- باتری‌خانه و سیستم تغذیه و شارژر

موارد زیر باید در مورد سیستم مانیتورینگ و پایش در نظر گرفته شود:

۱- داده‌ها باید توسط یک بستر مخابراتی ایمن در اختیار دیسپاچینگ شرکت برق قرار گیرد.

۲- دستگاه‌های اندازه‌گیری باید در نقطه اتصال مشترک (پست پاساژ) نصب گردند و دسترسی به آنها فقط در اختیار بهره‌بردار شبکه می‌باشد. در این خصوص توجه شود که رؤیت مقادیر

[۱] Software ports

کنتورها که توسط دفاتر بازار برق انجام می‌شود، تحت بستر APN بوده و شرکت مدیریت شبکه برق ایران آن را انجام می‌دهد. از طرف دیگر، نظارت و کنترل سیگنال‌های برخط توسط سیستم اسکادا انجام می‌شود و تحت نظارت شرکت‌های برق مستقلاً در بستر مخابراتی مجزا اجرا می‌گردد.

۳- هزینه‌های تأمین تجهیزات مخابراتی مناسب و متناسب با زیرساخت مخابراتی (نظیر مودم، آنتن و ...) بر عهده سرمایه‌گذار و با نظارت شرکت برق می‌باشد.

۹-۲۵-۱- الزامات قابلیت همکاری

در هر منبع تولید پراکنده باید تمهیدات لازم برای واسط مخابراتی محلی دیده شود تا الزامات تبادل اطلاعات مشخص شده در این دستورالعمل را پوشش دهد. قابلیت‌های مخابراتی اضافه‌تر نیز در صورت توافق بین اپراتور شبکه و اپراتور منبع تولید پراکنده مجاز است. تصمیم‌گیری در خصوص اینکه واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده مورد استفاده قرار گیرد یا یک سیستم مخابرات بر عهده اپراتور شبکه است.

۹-۲۵-۲-الزامات مانیتورینگ، کنترل و تبادل اطلاعات

برای عملکرد یک منبع تولید پراکنده مشخص به منظور برآورده کردن الزامات این دستورالعمل، اطلاعاتی باید رد و بدل شوند که در چهار دسته زیر قرار می‌گیرند و در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود:

- اطلاعات نامی[۱]: این اطلاعات نشانگر ویژگی‌های برابر ساخت[۲] منابع تولید پراکنده هستند که می‌توانند خوانده شوند.
- اطلاعات مانیتورینگ و کنترل: این اطلاعات برای مانیتور کردن شرایط بهره‌برداری منابع تولید پراکنده و کنترل آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند که می‌توانند خوانده و نوشته شوند.
- اطلاعات پیکربندی[۳]: این اطلاعات نشانگر ظرفیت و توانایی فعلی منابع برای انجام عملکردها است. این اطلاعات می‌توانند خوانده یا نوشته شوند.
- اطلاعات مدیریتی[۱]: این اطلاعات برای تنظیمات عملکردی و حالت (مد) منابع استفاده می‌شود. این اطلاعات می‌توانند خوانده یا نوشته شوند.

[۱] Nameplate information
[۲] As-built
[۳] Configuration information

۹-۲۵-۲-۱- اطلاعات نامی

این اطلاعات باید در دسترس دیسپاچینگ شرکت برق باشد و حداقل شامل اطلاعات جدول زیر است. همچنین در صورت تغییر در این اطلاعات، مقادیر تغییر یافته باید از طرف سرمایه‌گذار به دیسپاچینگ شرکت برق اعلام گردد.

جدول ۳۶: اطلاعات نامی

پارامتر	توضیح
توان اکتیو در ضریب توان واحد (توان اکتیو نامی)	توان اکتیو (وات) در ضریب توان واحد
توان اکتیو در ضریب توان پیشفاز مشخص شده	توان اکتیو (وات) در ضریب توان پیشفاز مشخص شده
ضریب توان پیشفاز مشخص شده	ضریب توان پیشفاز مشخص شده در بخش ۹-۲۴-۲
توان اکتیو در ضریب توان پسفاز مشخص شده	توان اکتیو (وات) در ضریب توان پسفاز مشخص شده
ضریب توان پسفاز مشخص شده	ضریب توان پسفاز مشخص شده مشخص‌شده در بخش ۹-۲۴-۲
ماکزیمم توان ظاهری	ماکزیمم توان ظاهری (ولت آمپر)
دسته‌بندی بهره‌برداری عادی	نشانگر قابلیت کنترل ولتاژ –توان اکتیو/توان راکتیو (گروه‌های A و B)
دسته‌بندی بهره‌برداری غیرعادی	نشانگر قابلیت عبور ولتاژ و فرکانس (گروه‌های I، II و III)
ماکزیمم توان راکتیو تزریق شده	ماکزیمم توان راکتیو تزریق شده (وار)
ماکزیمم توان راکتیو جذب شده	ماکزیمم توان راکتیو جذب شده (وار)
ماکزیمم بار توان اکتیو	ماکزیمم بار توان اکتیو (وات)
ماکزیمم بار توان ظاهری	ماکزیمم بار توان ظاهری (ولت آمپر)
ولتاژ نامی AC	ولتاژ نامی AC (RMS)
ولتاژ ماکزیمم AC	ولتاژ ماکزیمم AC (RMS)
ولتاژ مینیمم AC	ولتاژ مینیمم AC (RMS)
توابع مد کنترلی پشتیبانی‌شده	نشانگر پشتیبانی برای هر تابع مد کنترلی
سوسپتانسی که در حالت تریپ و توقف تولید به شبکه قدرت ناحیه‌ای متصل می‌ماند	سوسپتانسی که در حالت تریپ و توقف تولید به شبکه قدرت ناحیه‌ای متصل می‌ماند
سازنده	سازنده
مدل	مدل
شماره سریال	شماره سریال
نسخه	نسخه

[۱] Management information

۹-۲۵-۲-۲- اطلاعات مانیتورینگ و کنترل

منابع تولید پراکنده متناسب با کلاس منبع تولید پراکنده باید قادر به ارسال اطلاعات و دریافت فرمان، مطابق موارد بیان شده در این بخش باشند.

الف) منابع تولید پراکنده کلاس ۳

لیست سیگنال‌های مورد نیاز برای منابع تولید پراکنده کلاس ۳ مطابق جداول ۳۷ تا ۳۹ می‌باشد.

جدول ۳۷: لیست سیگنال‌های اندازه‌گیری[۱] منابع تولید پراکنده کلاس ۳

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	G#_KV	AI			ولتاژ خروجی واحد (Unit Generator Voltage)
۲	PP_MW	AI			توان اکتیو نیروگاه (Power Plant Active Power)
۳	PP_MX	AI			توان راکتیو نیروگاه (Power Plant Leading <+> / Lagging <-> Reactive Power)

جدول ۳۸: لیست سیگنال‌های وضعیت[۲] منابع تولید پراکنده کلاس ۳

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	CB#_OPEN	DPI			وضعیت باز بریکر (Circuit Breaker Open Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۲	CB#_CLOSE				وضعیت بسته بریکر (Circuit Breaker Close Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۳	DS#_OPEN	DPI			وضعیت باز ایزولاتور (Disconnector Open Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۴	DS#_CLOSE				وضعیت بسته ایزولاتور (Disconnector Close Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۵	CB#_OPEN	DPI			وضعیت باز بریکر (Circuit Breaker Open Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.

[۱] Metering
[۲] Indication

۶	CB#_CLOSE				وضعیت بسته بریکر (Circuit Breaker Close Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۷	DS#_OPEN	DPI			وضعیت باز ایزولاتور (Disconnector Open Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۸	DS#_CLOSE				وضعیت بسته ایزولاتور (Disconnector Close Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۹	DOOR_OPEN	DI			وضعیت باز درب پست پاساژ
۱۰	SMK_DETECTED	DI			سنسور دود
۱۱	DMY_OPEN	DPI			وضعیت باز رله Dummy (Dummy (Test) Relay Open Status)
۱۲	DMY_CLOSE				وضعیت بسته رله Dummy (Dummy (Test) Relay Close Status)

جدول ۳۹: لیست سیگنال‌های فرمان[۱] منابع تولید پراکنده کلاس ۳

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	DMY_OPEN_CMD	DCO			فرمان باز رله Dummy (Dummy (Test) Relay Open Status)
۲	DMY_CLOSE_CMD				فرمان بسته رله Dummy (Dummy (Test) Relay Close Status)

نکته: علاوه بر سیگنال‌های فوق، داده‌های همه توابع حفاظتی مورد استفاده در نقطه PCC (که در پیوست (ج) دستورالعمل به تفصیل ارائه شده است) می‌بایست به مرکز کنترل دیسپاچینگ شرکت برق ارسال گردد.

ب) منابع تولید پراکنده کلاس ۴ و ۵

با توجه به ضرورت رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده به منظور پایش و کنترل این نیروگاه‌ها توسط مراکز راهبری، "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" توسط شرکت مدیریت شبکه برق ایران تهیه شده است که بیانگر الزامات رؤیت‌پذیری منابع تولید پراکنده کلاس‌های ۴ و ۵ در مراکز دیسپاچینگ شبکه برق کشور بوده و لازم است مطالعات مربوطه پیش از صدور تأییدیه طرح اتصال به شبکه انجام گیرد و طرح نهایی رؤیت‌پذیری پیش از سنکرون به تأیید شرکت مدیریت شبکه برق ایران و شرکت برق منطقه‌ای برسد.

[۱] Command

نکته: الزامات بیان شده در این بخش دستورالعمل بر اساس ویرایش آبان ۱۳۹۹ مدرک مذکور (که با نامه شماره ۹۹/۲۵۰/۲۶۰۷ مورخ ۱۳۹۹/۰۹/۱۹ توسط شرکت توانیر ابلاغ شده است) می‌باشد و در صورت تغییر در مدرک مذکور باید مطابق با آن عمل شود. همچنین علاوه بر سیگنال‌های ذکر شده در مدرک مذکور، سیگنال‌های اضافی دیگری نیز در این دستورالعمل ارائه شده که در جداول مربوطه مشخص گردیده است.

مطابق دستورالعمل "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده"، منابع تولید پراکنده با توان بیشتر از یک مگاوات (کلاس ۴ و ۵) باید سیگنال‌های مورد نیاز برای ارتباط با مراکز دیسپاچینگ را فراهم نمایند که الزامات مربوطه به شرح زیر است:

الف) پایش اطلاعات در دیسپاچینگ ملی (SCC)[۱] و منطقه (AOC)[۲] مطابق رویه اتصال به شبکه و سنکرون واحدهای نیروگاهی ذکر شده در دستورالعمل مذکور ضروری می‌باشد. همچنین بنا به شرایط و نقطه اتصال، امکان الزام رؤیت‌پذیری در مراکز RDC [۳] و یا توزیع وجود دارد.

ب) ارسال اطلاعات در منابع تولید پراکنده کلاس ۵ به SCC، AOC و دیگر مراکز دیسپاچینگ حائز شرایط (RDC یا توزیع) مطابق با شابلون سیگنال‌ها ضروری است. ضمناً نحوه دریافت اطلاعات این دسته از نیروگاه‌ها در مرکز SCC می‌تواند به دو حالت زیر انجام گیرد:

- به صورت مستقیم با اضافه کردن سیگنال‌ها به لینک‌های دیسپاچینگ در پایانه ایستگاه انتقال؛
- به روش غیرمستقیم از طریق لینک‌های بین منطقه (AOC) و دیسپاچینگ ملی.

ج) ارسال اطلاعات در منابع تولید پراکنده کلاس ۴ به SCC، AOC و دیگر مراکز دیسپاچینگ حائز شرایط (RDC یا توزیع) با در نظر داشتن موارد زیر لازم می‌باشد:

- در صورت اتصال به سطح ولتاژ توزیع، امکان ارسال اطلاعات بر اساس لیست شابلون سیگنال‌ها و یا به صورت تجمیعی و در نظر گرفتن واحدهای نیروگاه به صورت یک بلوک وجود دارد.
- در صورت اتصال نیروگاه به فیدر اختصاصی توزیع، اطلاعات فیدر جهت پایش نیروگاه قابل قبول است.

[۱] System Control Center
[۲] Area Operating Center
[۳] Regional Dispatching Center

- در صورت اتصال به سطح ولتاژ فوق توزیع، لازم است با ساز و کار مشابه نیروگاه‌های کلاس ۵ نسبت به تأمین رؤیت‌پذیری اقدام شود.

مطابق دستورالعمل مذکور، لیست سیگنال‌های خواسته شده از نیروگاه‌های تولید پراکنده خورشیدی، بادی و موتور احتراقی جهت رؤیت‌پذیری در دیسپاچینگ ملی و منطقه به تفکیک در جداول ۴۰ تا ۵۱ ارائه گردیده است. در صورت نیاز به تأمین رؤیت‌پذیری ایستگاه در دیسپاچینگ‌های توزیع و RDC، ضروریست استعلام لازم در خصوص نحوه ارسال اطلاعات و لیست سیگنال‌های نیروگاه/پست از RDC ها و شرکت‌های توزیع نیروی برق انجام گیرد.

در جداول زیر، AGC: Automatic Generation Control، DCS: Station Control System و RTU: Related to Telemetry Equipment می‌باشد.

جدول ۴۰: لیست سیگنال‌های اندازه‌گیری منابع تولید پراکنده موتور احتراقی (گازی/دیزلی)

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	G#_MW	AI	✓		توان اکتیو واحد (Unit Generator Gross Active Power) – توجه: در صورت تعدد واحدها و آرایش خوشه بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه قابل قبول می‌باشد.
۲	G#_MX	AI	✓		توان راکتیو واحد (Unit Leading <+> / Lagging <-> Reactive Power) - توجه: در صورت تعدد واحدها و آرایش خوشه بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه قابل قبول می‌باشد.
۳	G#_KV	AI	✓		ولتاژ خروجی واحد (Unit Generator Voltage) - توجه: در صورت تعدد واحدها و آرایش خوشه بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه قابل قبول می‌باشد.
۴	PP#_MWH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی اکتیو نیروگاه (Power Plant Active Energy)
۵	PP#_LD_MXH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی راکتیو نیروگاه در حالت پیشفاز (Power Plant Leading Reactive Energy)
۶	PP#_LG_MXH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی راکتیو نیروگاه در حالت پسفاز (Power Plant Lagging Reactive Energy)
۷	PP_MW	-			مجموع توان اکتیو نیروگاه (Power Plant Active Power) – توجه: امکان ساخت سیگنال در اسکادا دیسپاچینگ در صورت ارسال مقادیر واحدها به تفکیک
۸	PP_MX	-			مجموع توان راکتیو نیروگاه (Power Plant Reactive Power) – توجه: امکان ساخت سیگنال در اسکادا دیسپاچینگ در صورت ارسال مقادیر واحدها به تفکیک

بیشترین مقدار توان اکتیو قابل بهره‌برداری از نیروگاه (Maximum Active Power Availability) - توجه: این سیگنال برای نیروگاه‌های معاف از AGC نیز الزامی است.		AI		PP_MAX_MW	۹
توان اکتیو سمت ثانویه ترانس اصلی واحد (Main Transformer Sec Side Active Power – Unit Generator Net MW)	✓	AI		T#_MW	۱۰
توان راکتیو سمت ثانویه ترانس اصلی واحد (Main Transformer Sec Side Reactive Power – Unit Generator Net MX)	✓	AI		T#_MX	۱۱
تپ ترانس اصلی واحد (Main Transformer Tap Changer) – توجه: ترجیحا نوع دیجیتال (DMI) سیگنال مطلوب است.	✓	AI/DMI		T#_TAP	۱۲
توان اکتیو ترانس مصرف داخلی واحد (Unit Generator Transformer Active Power)	✓	AI		SS#_MW	۱۳
توان راکتیو ترانس مصرف داخلی واحد (Unit Generator Transformer Reactive Power)	✓	AI		SS#_MX	۱۴
دبی موثر مصرف سوخت گاز نیروگاه (Power Plant Gas Fuel Flow – m^3/s) – توجه: مشمول نیروگاه‌های موتور گازسوز	✓	AI		PP_GAS_FL	۱۵
فشار انشعاب اصلی گاز ورودی نیروگاه (Power Plant Gas Fuel Pressure) – توجه: مشمول نیروگاه‌های موتور گازسوز	✓	AI		PP_GAS_P	۱۶
دبی موثر مصرف سوخت گازوئیل نیروگاه (Power Plant Heavy Light Oil Fuel Flow – Lit/s) – توجه: مشمول نیروگاه‌های موتور دیزل	✓	AI		PP_OIL_FL	۱۷
دمای اتاق تجهیزات تله‌متری اسکادا (RTU, HVI, MR, CH, PC) – توجه: موقعیت نصب ترجیحا در پنل RTU می‌باشد.	✓	AI	RTU	RTU_TEMP	۱۸
ولتاژ باس بار (Bus Bar Voltage)	✓	AI		BB#_KV	۱۹
فرکانس باس بار (Bus Bar Frequency) – توجه: دقت تجهیز اندازه-گیری حداقل ۱ میلی هرتز و ارتباط پروتکلی با RTU مطلوب است.	✓	AI		BB#_F	۲۰
توان اکتیو باس کوپلر (Bus Coupler/Tie/Section Active Power)	✓	AI		CB#_MW	۲۱
توان راکتیو باس کوپلر (Bus Coupler/Tie/Section Reactive Power)	✓	AI		CB#_MX	۲۲
توان اکتیو سمت اولیه، ثانویه و ثالثیه ترانس پست (Power Transformer Prim, Sec & Ter Side Active Power)	✓	AI		T#_MW	۲۳
توان راکتیو سمت اولیه، ثانویه و ثالثیه ترانس پست (Power Transformer Prim, Sec & Ter Side Reactive Power)	✓	AI		T#_MX	۲۴
تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer) – توجه: ترجیحا نوع دیجیتال (DMI) سیگنال مطلوب است.	✓	AI/DMI		T#_TAP	۲۵
توان اکتیو ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Active Power)	✓	AI		SS#_MW	۲۶
توان راکتیو ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Reactive Power)	✓	AI		SS#_MX	۲۷
توان اکتیو خط (Transmission Line Active Power)	✓	AI		L#_MW	۲۸
توان راکتیو خط (Transmission Line Reactive Power)	✓	AI		L#_MX	۲۹
ولتاژ خط (Transmission Line Voltage)	✓	AI		L#_KV	۳۰

توان راکتیو راکتور (Reactor Reactive Power)	✓	AI	R#_MX	۳۱
توان راکتیو خازن شنت (Shunt Capacitor Reactive Power)	✓	AI	C#_MX	۳۲

۱ معادل انرژی هر پالس توسط نیروگاه مشخص‌شده و بازه زمانی ارسال پالس‌ها به مرکز از پایانه هر ۵ دقیقه در یک ساعت در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۴۱: لیست سیگنال‌های وضعیت منابع تولید پراکنده موتور احتراقی (گازی/دیزلی)

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	G#_RUN	DI	✓		واحد در حالت کار (Unit Generator Running Status) – توجه: در صورت تعدد واحدها و آرایش خوشه بندی، وضعیت کلید گروه/خوشه بعنوان جایگزین قابل قبول است.
۲	CB#_OPEN	DPI	✓		وضعیت باز بریکر (Circuit Breaker Open Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	CB#_CLOSE				وضعیت بسته بریکر (Circuit Breaker Close Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۳	DS#_OPEN	DPI	✓		وضعیت باز ایزولاتور (Disconnector Open Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	DS#_CLOSE				وضعیت بسته ایزولاتور (Disconnector Close Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۴	RTU_DOOR	DI	✓	RTU	وضعیت بسته درب پنل‌های RTU، MR (مارشالینگ)، HVI (اینترفیس) – توجه: جهت ساخت سیگنال به دستورالعمل مربوطه مراجعه شود.
۵	RTU_LOCAL	DI	✓	RTU	وضعیت Local سلکتور نصب شده در پنل پایانه
۶	SW_OPEN	DPI	✓	RTU	وضعیت باز کلید سوئیچ اوور شارژرها (Charger Switch-Over Open Status) – توجه: در صورت استفاده از شارژر افزونه
	SW_CLOSE			RTU	وضعیت بسته کلید سوئیچ اوور شارژرها (Charger Switch-Over Close Status) – توجه: در صورت استفاده از شارژر افزونه
۷	CB#_OPEN	DPI	✓		وضعیت باز بریکر (Circuit Breaker Open Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	CB#_CLOSE				وضعیت بسته بریکر (Circuit Breaker Close Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.

۸	DS#_OPEN	DPI	✓		وضعیت باز ایزولاتور (Disconnector Open Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نقشه تک خطی پست بلافصل ؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	DS#_CLOSE				وضعیت بسته ایزولاتور (Disconnector Close Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۹	T#_MANUAL	DPI	✓		وضعیت Manual تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_AUTO				وضعیت Auto تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۰	T#_SLAVE	DPI	✓		وضعیت Slave تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_MASTER				وضعیت Master تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۱	T#_INDEPEND	DPI	✓		وضعیت Independent تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_PARALLEL				وضعیت Parallel تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۲	DOOR_OPEN	DI			وضعیت باز درب پست پاساژ
۱۳	SMK_DETECTED	DI			سنسور دود
۱۴	DMY_OPEN	DPI			وضعیت باز رله Dummy (Dummy (Test) Relay Open Status)
۱۵	DMY_CLOSE				وضعیت بسته رله Dummy (Dummy (Test) Relay Close Status)

نکته: ردیف‌های ۱ تا ۱۱ مطابق با دستورالعمل "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" شرکت مدیریت شبکه برق ایران می‌باشد و ردیف‌های ۱۲ تا ۱۵ در این دستورالعمل اضافه شده‌اند.

جدول ۴۲: لیست سیگنال‌های هشدار[۱] منابع تولید پراکنده موتور احتراقی (گازی/دیزلی)

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	G#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور واحد (Unit Generator Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲	G#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور واحد (Unit Generator Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳	CB#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور بریکر واحد (Unit Generator CB Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۴	CB#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور بریکر واحد (Unit Generator CB Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۵	T#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس اصلی واحد (Unit Generator Main Transformer Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.

[۱] Alarm

۶	T#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس اصلی واحد (Unit Generator Main Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۷	SS#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس مصرف داخلی واحد (Station Service Transformer Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۸	SS#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس مصرف داخلی واحد (Station Service Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۹	PP_DCS_MAJOR	DI	✓	DCS	آلارم ماژور سیستم کنترل نیروگاه – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه-هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و نیروگاه برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.
۱۰	PP_DCS_MINOR	DI	✓	DCS	آلارم مینور سیستم کنترل نیروگاه – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه-هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و نیروگاه برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.
۱۱	PP_LINK_FAIL	DI	✓	DCS	آلارم قطع لینک ارتباطی RTU با سیستم کنترل نیروگاه – توجه: ساخت آلارم در RTU امکانپذیر است و از RTU به SCC ارسال می-گردد.
۱۲	FUSE_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن فیوز تغذیه پنل‌های MR و HVI
۱۳	CH#_AC_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن تغذیه AC شارژر
۱۴	CH#_DC_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن خروجی DC شارژر
۱۵	BAT_W	DI	✓	RTU	آلارم کاهش ۱۰٪ سطح ولتاژ DC باتری (Weak Battery Alarm)
۱۶	BAT_D	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن باتری (Dead Battery Alarm)
۱۷	BB#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور باس بار (Bus Bar Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۱۸	BB#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور باس بار (Bus Bar Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۱۹	CB#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور بریکر – توجه: مشمول کلیدهای Bus Section، Bus Tie، Bus Coupler و Middle - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۰	CB#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور بریکر – توجه: مشمول کلیدهای Bus Section، Bus Tie، Bus Coupler و Middle - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۱	T#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس پست (Power Transformer Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۲	T#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس پست (Power Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.

آلارم تپ بالای ترانس پست (Power Transformer High Tap Alarm)	T#_HIGH_TAP	DI	✓		۲۳
آلارم تپ پایین ترانس پست (Power Transformer Low Tap Alarm)	T#_LOW_TAP	DI	✓		۲۴
آلارم ماژور ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	SS#_MAJOR	DI	✓		۲۵
آلارم مینور ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	SS#_MINOR	DI	✓		۲۶
آلارم ماژور خط (Transmission Line Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	L#_MAJOR	DI	✓		۲۷
آلارم مینور خط (Transmission Line Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	L#_MINOR	DI	✓		۲۸
آلارم ماژور راکتور (Reactor Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	R#_MAJOR	DI	✓		۲۹
آلارم مینور راکتور (Reactor Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	R#_MINOR	DI	✓		۳۰
آلارم ماژور خازن (Capacitor Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	C#_MAJOR	DI	✓		۳۱
آلارم مینور خازن (Capacitor Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	C#_MINOR	DI	✓		۳۲
آلارم ماژور پست (Substation Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	SUB_MAJOR	DI	✓		۳۳
آلارم مینور پست (Substation Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.	SUB_MINOR	DI	✓		۳۴
آلارم ماژور سیستم کنترل پست – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه‌هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و پست بلافصل برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.	SUB_DCS_MAJOR	DI	✓		۳۵
آلارم مینور سیستم کنترل پست – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه-هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و پست بلافصل برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.	SUB_DCS_MINOR	DI	✓	DCS	۳۶
آلارم قطع لینک ارتباطی RTU با سیستم کنترل پست بلافصل – توجه: ساخت آلارم در RTU امکانپذیر است و از RTU به SCC ارسال می‌گردد.	SUB_LINK_FAIL	DI	✓	DCS	۳۷

جدول ۴۳: لیست سیگنال‌های فرمان منابع تولید پراکنده موتور احتراقی (گازی/دیزلی)

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	CB#_OPEN_CMD[۱]	DCO	✓		فرمان باز شدن بریکر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	CB#_CLOSE_CMD[۱]				فرمان بسته شدن بریکر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۲	DS#_OPEN_CMD[۱]	DCO	✓		فرمان باز شدن سکسیونر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.) – توجه: مشمول سکسیونرهای دارای قابلیت فرمان
	DS#_CLOSE_CMD[۱]				فرمان بسته شدن سکسیونر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.) – توجه: مشمول سکسیونرهای دارای قابلیت فرمان
۳	T#_TAP_SP	AO/RCO	✓		فرمان Set Point تپ ترانس پست – توجه: در حالت دیجیتال به صورت یک خروجی دابل دیجیتال RCO جهت ساخت پالس Raise/۰۱ و Lower/۱۰
۴	T#_MANUAL_CMD	DCO	✓		فرمان مد Manual تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_AUTO_CMD				فرمان مد Auto تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۵	T#_SLAVE_CMD	DCO	✓		فرمان مد Slave تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	T#_MASTER_CMD				فرمان مد Master تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۶	T#_INDEPEND_CMD	DCO	✓		فرمان مد Independent تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	T#_PARALLEL_CMD				فرمان مد Parallel تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۷	DMY_OPEN_CMD	DCO			فرمان باز رله Dummy (Dummy (Test) Relay Open Status)
۸	DMY_CLOSE_CMD				فرمان بسته رله Dummy (Dummy (Test) Relay Close Status)

۱ مشمول تمامی کلیدها (Bus Coupler, Bus Section, Middle, Bus Tie, Power Transformer, Line, Reactor, Capacitor) به جز کلید واحدها GCB و HVCB

نکته: ردیف‌های ۱ تا ۶ مطابق با دستورالعمل "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" شرکت مدیریت شبکه برق ایران می‌باشد و ردیف‌های ۷ و ۸ در این دستورالعمل اضافه شده‌اند.

جدول ۴۴: لیست سیگنال‌های اندازه‌گیری منابع تولید پراکنده فتوولتاییک

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	INV#_MW	AI	✓		توان اکتیو اینورتر (Inverter Gross Active Power) – توجه: در صورت تعدد اینورتر و آرایش خوشه‌بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه قابل قبول می‌باشد.
۲	INV#_MX	AI	✓		توان راکتیو اینورتر (Inverter Leading <+> / Lagging <-> Reactive Power) - توجه: در صورت تعدد اینورتر و آرایش خوشه‌بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه قابل قبول می‌باشد.
۳	INV#_KV	AI	✓		ولتاژ خروجی واحد (Inverter Voltage) - توجه: در صورت تعدد اینورتر و آرایش خوشه‌بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه مطلوب است.
۴	PP#_MWH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی اکتیو نیروگاه (Power Plant Active Energy)
۵	PP#_LD_MXH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی راکتیو نیروگاه در حالت پیشفاز (Power Plant Leading Reactive Energy)
۶	PP#_LG_MXH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی راکتیو نیروگاه در حالت پسفاز (Power Plant Lagging Reactive Energy)
۷	PP_MW	-			مجموع توان اکتیو نیروگاه (Power Plant Active Power) – توجه: امکان ساخت سیگنال در اسکادا دیسپاچینگ در صورت ارسال مقادیر واحدها به تفکیک
۸	PP_MX	-			مجموع توان راکتیو نیروگاه (Power Plant Reactive Power) – توجه: امکان ساخت سیگنال در اسکادا دیسپاچینگ در صورت ارسال مقادیر واحدها به تفکیک
۹	PP_MAX_MW	AI			بیشترین مقدار توان اکتیو قابل بهره‌برداری از نیروگاه (Maximum Active Power Availability) - توجه: این سیگنال برای نیروگاه‌های معاف از AGC نیز الزامی است.
۱۰	T#_MW	AI	✓		توان اکتیو سمت ثانویه ترانس اصلی اینورتر (Main Transformer Sec Side Active Power – Group Cluster Net MW)
۱۱	T#_MX	AI	✓		توان راکتیو سمت ثانویه ترانس اصلی اینورتر (Main Transformer Sec Side Reactive Power – Group Cluster Net MX)
۱۲	T#_TAP	AI/DMI	✓		تپ ترانس اصلی اینورتر (Main Transformer Tap Changer) – توجه: ترجیحا نوع دیجیتال (DMI) سیگنال مطلوب است.
۱۳	SS#_MW	AI	✓		توان اکتیو ترانس مصرف داخلی اینورتر (Station Service Transformer Active Power)
۱۴	SS#_MX	AI	✓		توان راکتیو ترانس مصرف داخلی اینورتر (Station Service Transformer Reactive Power)
۱۵	IRRADIANCE	AI	✓		میزان تابش در مزرعه (Solar Power Plant Total Irradiance – W/m^2)
۱۶	THD%	AI	✓		اعوجاج هارمونیکی کل (Solar Power Plant Distortion Factor %THD-U)

۱۷	RTU_TEMP	AI	✓	RTU	دمای اتاق تجهیزات تله‌متری اسکادا (RTU, HVI, MR, CH, PC) – توجه: موقعیت نصب ترجیحا در پنل RTU می‌باشد.
۱۸	BB#_KV	AI	✓		ولتاژ باس بار (Bus Bar Voltage)
۱۹	BB#_F	AI	✓		فرکانس باس بار (Bus Bar Frequency) – توجه: دقت تجهیز اندازه-گیری حداقل ۱ میلی هرتز و ارتباط پروتکلی با RTU مطلوب است.
۲۰	CB#_MW	AI	✓		توان اکتیو باس کوپلر (Bus Coupler/Tie/Section Active Power)
۲۱	CB#_MX	AI	✓		توان راکتیو باس کوپلر (Bus Coupler/Tie/Section Reactive Power)
۲۲	T#_MW	AI	✓		توان اکتیو سمت اولیه، ثانویه و ثالثیه ترانس پست (Power Transformer Prim, Sec & Ter Side Active Power)
۲۳	T#_MX	AI	✓		توان راکتیو سمت اولیه، ثانویه و ثالثیه ترانس پست (Power Transformer Prim, Sec & Ter Side Reactive Power)
۲۴	T#_TAP	AI/DMI	✓		تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer) – توجه: ترجیحا نوع دیجیتال (DMI) سیگنال مطلوب است.
۲۵	SS#_MW	AI	✓		توان اکتیو ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Active Power)
۲۶	SS#_MX	AI	✓		توان راکتیو ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Reactive Power)
۲۷	L#_MW	AI	✓		توان اکتیو خط (Transmission Line Active Power)
۲۸	L#_MX	AI	✓		توان راکتیو خط (Transmission Line Reactive Power)
۲۹	L#_KV	AI	✓		ولتاژ خط (Transmission Line Voltage)
۳۰	R#_MX	AI	✓		توان راکتیو راکتور (Reactor Reactive Power)
۳۱	C#_MX	AI	✓		توان راکتیو خازن شنت (Shunt Capacitor Reactive Power)

۱ معادل انرژی هر پالس توسط نیروگاه مشخص‌شده و بازه زمانی ارسال پالس‌ها به مرکز از پایانه هر ۵ دقیقه در یک ساعت در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۴۵: لیست سیگنال‌های وضعیت منابع تولید پراکنده فتوولتاییک

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	INV#_RUN	DI/BSI	✓		اینورتر در حالت کار (Inverter Running Status) – توجه: در صورت تعدد اینورتر و آرایش خوشه‌بندی، وضعیت کلید گروه/خوشه بعنوان جایگزین قابل قبول است.
۲	CB#_OPEN[۱]	DPI	✓		وضعیت باز بریکر (Circuit Breaker Open Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	CB#_CLOSE[۱]				وضعیت بسته بریکر (Circuit Breaker Close Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.

۳	DS#_OPEN[۱]	DPI	✓		وضعیت باز ایزولاتور (Disconnector Open Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	DS#_CLOSE[۱]				وضعیت بسته ایزولاتور (Disconnector Close Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۴	RTU_DOOR	DI	✓	RTU	وضعیت بسته درب پنل‌های RTU، MR (مارشالینگ)، HVI (اینترفیس) – توجه: جهت ساخت سیگنال به دستورالعمل مربوطه مراجعه شود.
۵	RTU_LOCAL	DI	✓	RTU	وضعیت Local سلکتور نصب شده در پنل پایانه
۶	SW_OPEN	DPI	✓	RTU	وضعیت باز کلید سوئیچ اوور شارژرها (Charger Switch-Over Open Status) – توجه: در صورت استفاده از شارژر افزونه
	SW_CLOSE			RTU	وضعیت بسته کلید سوئیچ اوور شارژرها (Charger Switch-Over Close Status) – توجه: در صورت استفاده از شارژر افزونه
۷	CB#_OPEN	DPI	✓		وضعیت باز بریکر (Circuit Breaker Open Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	CB#_CLOSE				وضعیت بسته بریکر (Circuit Breaker Close Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۸	DS#_OPEN	DPI	✓		وضعیت باز ایزولاتور (Disconnector Open Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نقشه تک خطی پست بلافصل ؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	DS#_CLOSE				وضعیت بسته ایزولاتور (Disconnector Close Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۹	T#_MANUAL	DPI	✓		وضعیت Manual تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_AUTO				وضعیت Auto تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۰	T#_SLAVE	DPI	✓		وضعیت Slave تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_MASTER				وضعیت Master تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۱	T#_INDEPEND	DPI	✓		وضعیت Independent تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_PARALLEL				وضعیت Parallel تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۲	DOOR_OPEN	DI			وضعیت باز درب پست پاساژ

۱۳	SMK_DETECTED	DI			سنسور دود
۱۴	DMY_OPEN	DPI			وضعیت باز رله Dummy (Dummy (Test) Relay Open Status)
۱۵	DMY_CLOSE				وضعیت بسته رله Dummy (Dummy (Test) Relay Close Status)

۱ در صورتی که اینورترها به صورت گروه‌بندی (خوشه‌ای) جهت رویت‌پذیری در نظر گرفته شده‌اند، ارسال وضعیت کلید شینه هر خوشه نیاز است و ارسال وضعیت کلید اینورتر ضروری نیست.

نکته: ردیف‌های ۱ تا ۱۱ مطابق با دستورالعمل "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" شرکت مدیریت شبکه برق ایران می‌باشد و ردیف‌های ۱۲ تا ۱۵ در این دستورالعمل اضافه شده‌اند.

جدول ۴۶: لیست سیگنال‌های هشدار منابع تولید پراکنده فتوولتاییک

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	INV#_MAJOR[۱]	DI	✓		آلارم ماژور اینورتر (Inverter Major Alarm) – توجه: در صورت تعدد اینورتر و آرایش خوشه‌بندی، تجمیع (منطق OR) آلارم اینورترها در گروه/خوشه مطلوب است.
۲	INV#_MINOR[۱]	DI	✓		آلارم مینور اینورتر (Inverter Minor Alarm) – توجه: در صورت تعدد اینورتر و آرایش خوشه‌بندی، تجمیع (منطق OR) آلارم اینورترها در گروه/خوشه مطلوب است.
۳	CB#_MAJOR[۲]	DI	✓		آلارم ماژور بریکر اینورتر (Inverter CB Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۴	CB#_MINOR[۲]	DI	✓		آلارم مینور بریکر اینورتر (Inverter CB Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۵	T#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس اصلی اینورتر (Inverter Main Transformer Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۶	T#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس اصلی اینورتر (Inverter Main Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۷	SS#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس مصرف داخلی نیروگاه (Station Service Transformer Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۸	SS#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس مصرف داخلی نیروگاه (Station Service Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۹	PP_DCS_MAJOR	DI	✓	DCS	آلارم ماژور سیستم کنترل نیروگاه – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه-هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و نیروگاه برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.

۱۰	PP_DCS_MINOR	DI	✓	DCS	آلارم مینور سیستم کنترل نیروگاه – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه-هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و نیروگاه برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.
۱۱	PP_LINK_FAIL	DI	✓	DCS	آلارم قطع لینک ارتباطی RTU با سیستم کنترل نیروگاه – توجه: ساخت آلارم در RTU امکانپذیر است و از RTU به SCC ارسال می-گردد.
۱۲	FUSE_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن فیوز تغذیه پنل‌های MR و HVI
۱۳	CH#_AC_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن تغذیه AC شارژر
۱۴	CH#_DC_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن خروجی DC شارژر
۱۵	BAT_W	DI	✓	RTU	آلارم کاهش ۱۰٪ سطح ولتاژ DC باتری (Weak Battery Alarm)
۱۶	BAT_D	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن باتری (Dead Battery Alarm)
۱۷	BB#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور باس بار (Bus Bar Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۱۸	BB#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور باس بار (Bus Bar Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۱۹	CB#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور بریکر – توجه: مشمول کلیدهای Bus Section، Bus Tie، Bus Coupler و Middle - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۰	CB#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور بریکر – توجه: مشمول کلیدهای Bus Section، Bus Tie، Bus Coupler و Middle - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۱	T#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس پست (Power Transformer Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۲	T#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس پست (Power Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۳	T#_HIGH_TAP	DI	✓		آلارم تپ بالای ترانس پست (Power Transformer High Tap Alarm)
۲۴	T#_LOW_TAP	DI	✓		آلارم تپ پایین ترانس پست (Power Transformer Low Tap Alarm)
۲۵	SS#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۶	SS#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۷	L#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور خط (Transmission Line Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.

۲۸	L#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور خط (Transmission Line Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۹	R#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور راکتور (Reactor Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳۰	R#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور راکتور (Reactor Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳۱	C#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور خازن (Capacitor Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳۲	C#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور خازن (Capacitor Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳۳	SUB_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور پست (Substation Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳۴	SUB_MINOR	DI	✓		آلارم مینور پست (Substation Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳۵	SUB_DCS_MAJOR	DI	✓	DCS	آلارم ماژور سیستم کنترل پست – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه‌هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و پست بلافصل برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.
۳۶	SUB_DCS_MINOR	DI	✓	DCS	آلارم مینور سیستم کنترل پست – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه-هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و پست بلافصل برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.
۳۷	SUB_LINK_FAIL	DI	✓	DCS	آلارم قطع لینک ارتباطی RTU با سیستم کنترل پست بلافصل – توجه: ساخت آلارم در RTU امکانپذیر است و از RTU به SCC ارسال می‌گردد.

۱ تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.

۲ در صورتی که اینورترها به صورت گروه‌بندی (خوشه‌ای) جهت رویت‌پذیری در نظر گرفته شده‌اند، ارسال وضعیت کلید شینه هر خوشه نیاز است و ارسال وضعیت کلید اینورتر ضروری نیست.

جدول ۴۷: لیست سیگنال‌های فرمان منابع تولید پراکنده فتوولتاییک

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	CB#_OPEN_CMD[۱]	DCO	✓		فرمان باز شدن بریکر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	CB#_CLOSE_CMD[۱]				فرمان بسته شدن بریکر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۲	DS#_OPEN_CMD[۱]	DCO	✓		فرمان باز شدن سکسیونر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.) – توجه: مشمول سکسیونرهای دارای قابلیت فرمان
	DS#_CLOSE_CMD[۱]				فرمان بسته شدن سکسیونر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.) – توجه: مشمول سکسیونرهای دارای قابلیت فرمان
۳	T#_TAP_SP	AO/RCO	✓		فرمان Set Point تپ ترانس پست – توجه: در حالت دیجیتال به صورت یک خروجی دابل دیجیتال RCO جهت ساخت پالس ۰۱/Raise و ۱۰/Lower
۴	T#_MANUAL_CMD	DCO	✓		فرمان مد Manual تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_AUTO_CMD				فرمان مد Auto تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۵	T#_SLAVE_CMD	DCO	✓		فرمان مد Slave تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	T#_MASTER_CMD				فرمان مد Master تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۶	T#_INDEPEND_CMD	DCO	✓		فرمان مد Independent تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	T#_PARALLEL_CMD				فرمان مد Parallel تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۷	DMY_OPEN_CMD	DCO			فرمان باز رله Dummy (Dummy (Test) Relay Open Status)
۸	DMY_CLOSE_CMD				فرمان بسته رله Dummy (Dummy (Test) Relay Close Status)

۱ مشمول تمامی کلیدها (Bus Coupler, Bus Section, Middle, Bus Tie, Power Transformer, Line, Reactor, Capacitor) به جز کلید اینورترها و HVCB

نکته: ردیف‌های ۱ تا ۶ مطابق با دستورالعمل "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" شرکت مدیریت شبکه برق ایران می‌باشد و ردیف‌های ۷ و ۸ در این دستورالعمل اضافه شده‌اند.

جدول ۴۸: لیست سیگنال‌های اندازه‌گیری منابع تولید پراکنده بادی

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	G#_MW	AI	✓		توان اکتیو واحد (Unit Generator Active Power) – توجه: در تعدد توربین و آرایش خوشه‌بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه قابل قبول می‌باشد.
۲	G#_MX	AI	✓		توان راکتیو واحد (Unit Leading <+> / Lagging <-> Reactive Power) – توجه: در تعدد توربین و آرایش خوشه‌بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه قابل قبول می‌باشد.
۳	G#_KV	AI	✓		ولتاژ خروجی واحد (Unit Generator Voltage) – توجه: در تعدد توربین و آرایش خوشه‌بندی، مقدار تجمیع گروه/خوشه مطلوب است.
۴	PP#_MWH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی اکتیو نیروگاه (Power Plant Active Energy)
۵	PP#_LD_MXH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی راکتیو نیروگاه در حالت پیشفاز (Power Plant Leading Reactive Energy)
۶	PP#_LG_MXH[۱]	ITI	✓		مجموع انرژی راکتیو نیروگاه در حالت پسفاز (Power Plant Lagging Reactive Energy)
۷	PP_MW	-			مجموع توان اکتیو نیروگاه (Power Plant Active Power) – توجه: امکان ساخت سیگنال در اسکادا دیسپاچینگ در صورت ارسال مقادیر واحدها به تفکیک
۸	PP_MX	-			مجموع توان راکتیو نیروگاه (Power Plant Reactive Power) – توجه: امکان ساخت سیگنال در اسکادا دیسپاچینگ در صورت ارسال مقادیر واحدها به تفکیک
۹	PP_MAX_MW	AI			بیشترین مقدار توان اکتیو قابل بهره‌برداری از نیروگاه (Maximum Active Power Availability) - توجه: این سیگنال برای نیروگاه‌های معاف از AGC نیز الزامی است.
۱۰	T#_MW	AI	✓		توان اکتیو سمت ثانویه ترانس اصلی نیروگاه (Main Transformer Sec Side Active Power – Group Cluster Net MW)
۱۱	T#_MX	AI	✓		توان راکتیو سمت ثانویه ترانس اصلی نیروگاه (Main Transformer Sec Side Reactive Power – Group Cluster Net MX)
۱۲	T#_TAP	AI/DMI	✓		تپ ترانس اصلی نیروگاه (Unit Main Transformer Tap Changer) – توجه: ترجیحا نوع دیجیتال (DMI) سیگنال مطلوب است.
۱۳	SS#_MW	AI	✓		توان اکتیو ترانس مصرف داخلی نیروگاه (Unit Generator Transformer Active Power)
۱۴	SS#_MX	AI	✓		توان راکتیو ترانس مصرف داخلی نیروگاه (Unit Generator Transformer Reactive Power)
۱۵	WIND_S	AI	✓		سرعت باد در مزرعه (Power Plant Wind Speed)
۱۶	WIND_D	AI	✓		جهت باد در مزرعه (Power Plant Wind Direction)
۱۷	RTU_TEMP	AI	✓	RTU	دمای اتاق تجهیزات تله‌متری اسکادا (RTU, HVI, MR, CH, PC) – توجه: موقعیت نصب ترجیحا در پنل RTU می‌باشد.
۱۸	BB#_KV	AI	✓		ولتاژ باس بار (Bus Bar Voltage)

فرکانس باس بار (Bus Bar Frequency) – توجه: دقت تجهیز اندازه-گیری حداقل ۱ میلی هرتز و ارتباط پروتکلی با RTU مطلوب است.	✓	AI	BB#_F	۱۹
توان اکتیو باس کوپلر (Bus Coupler/Tie/Section Active Power)	✓	AI	CB#_MW	۲۰
توان راکتیو باس کوپلر (Bus Coupler/Tie/Section Reactive Power)	✓	AI	CB#_MX	۲۱
توان اکتیو سمت اولیه، ثانویه و ثالثیه ترانس پست (Power Transformer Prim, Sec & Ter Side Active Power)	✓	AI	T#_MW	۲۲
توان راکتیو سمت اولیه، ثانویه و ثالثیه ترانس پست (Power Transformer Prim, Sec & Ter Side Reactive Power)	✓	AI	T#_MX	۲۳
تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer) – توجه: ترجیحا نوع دیجیتال (DMI) سیگنال مطلوب است.	✓	AI/DMI	T#_TAP	۲۴
توان اکتیو ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Active Power)	✓	AI	SS#_MW	۲۵
توان راکتیو ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Reactive Power)	✓	AI	SS#_MX	۲۶
توان اکتیو خط (Transmission Line Active Power)	✓	AI	L#_MW	۲۷
توان راکتیو خط (Transmission Line Reactive Power)	✓	AI	L#_MX	۲۸
ولتاژ خط (Transmission Line Voltage)	✓	AI	L#_KV	۲۹
توان راکتیو راکتور (Reactor Reactive Power)	✓	AI	R#_MX	۳۰
توان راکتیو خازن شنت (Shunt Capacitor Reactive Power)	✓	AI	C#_MX	۳۱

۱ معادل انرژی هر پالس توسط نیروگاه مشخص‌شده و بازه زمانی ارسال پالس‌ها به مرکز از پایانه هر ۵ دقیقه در یک ساعت در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۴۹: لیست سیگنال‌های وضعیت منابع تولید پراکنده بادی

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	G#_RUN	DI/BSI	✓		توربین در حالت کار (Wind Turbine Running Status) – توجه: در صورت تعدد توربین و آرایش خوشه بندی، وضعیت کلید گروه/خوشه بعنوان جایگزین قابل قبول است.
۲	CB#_OPEN[۱]	DPI	✓		وضعیت باز بریکر (Circuit Breaker Open Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	CB#_CLOSE[۱]				وضعیت بسته بریکر (Circuit Breaker Close Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۳	DS#_OPEN[۱]	DPI	✓		وضعیت باز ایزولاتور (Disconnector Open Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	DS#_CLOSE[۱]				وضعیت بسته ایزولاتور (Disconnector Close Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نیروگاه در نقشه تک خطی؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.

۴	RTU_DOOR	DI	✓	RTU	وضعیت بسته درب پنل‌های RTU، MR (مارشالینگ)، HVI (اینترفیس) – توجه: جهت ساخت سیگنال به دستورالعمل مربوطه مراجعه شود.
۵	RTU_LOCAL	DI	✓	RTU	وضعیت Local سلکتور نصب شده در پنل پایانه
۶	SW_OPEN	DPI	✓	RTU	وضعیت باز کلید سوئیچ اوور شارژرها (Charger Switch-Over Open Status) – توجه: در صورت استفاده از شارژر افزونه
	SW_CLOSE			RTU	وضعیت بسته کلید سوئیچ اوور شارژرها (Charger Switch-Over Close Status) – توجه: در صورت استفاده از شارژر افزونه
۷	CB#_OPEN	DPI	✓		وضعیت باز بریکر (Circuit Breaker Open Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	CB#_CLOSE				وضعیت بسته بریکر (Circuit Breaker Close Status) – توجه: مشمول تمام کلیدهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۸	DS#_OPEN	DPI	✓		وضعیت باز ایزولاتور (Disconnector Open Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نقشه تک خطی پست بلافصل ؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
	DS#_CLOSE				وضعیت بسته ایزولاتور (Disconnector Close Status) – توجه: مشمول تمام ایزولاتورهای نقشه تک خطی پست بلافصل؛ نوع سیگنال Double Point Input می‌باشد.
۹	T#_MANUAL	DPI	✓		وضعیت Manual تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_AUTO				وضعیت Auto تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۰	T#_SLAVE	DPI	✓		وضعیت Slave تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_MASTER				وضعیت Master تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۱	T#_INDEPEND	DPI	✓		وضعیت Independent تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_PARALLEL				وضعیت Parallel تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
۱۲	DOOR_OPEN	DI			وضعیت باز درب پست پاساژ
۱۳	SMK_DETECTED	DI			سنسور دود
۱۴	DMY_OPEN	DPI			وضعیت باز رله Dummy (Dummy (Test) Relay Open Status)
۱۵	DMY_CLOSE				وضعیت بسته رله Dummy (Dummy (Test) Relay Close Status)

۱ در صورتی که توربین‌ها به صورت گروه‌بندی (خوشه‌ای) جهت رویت‌پذیری در نظر گرفته شده‌اند، ارسال وضعیت کلید شینه هر خوشه نیاز است و ارسال وضعیت کلید توربین‌ها ضروری نیست.

نکته: ردیف‌های ۱ تا ۱۱ مطابق با دستورالعمل "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" شرکت مدیریت شبکه برق ایران می‌باشد و ردیف‌های ۱۲ تا ۱۵ در این دستورالعمل اضافه شده‌اند.

جدول ۵۰: لیست سیگنال‌های هشدار منابع تولید پراکنده بادی

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	G#_MAJOR[۱]	DI	✓		آلارم ماژور واحد (Unit Major Alarm) – توجه: در صورت تعدد توربین و آرایش خوشه‌بندی، تجمیع (منطق OR) آلارم توربین‌ها در گروه/خوشه مطلوب است.
۲	G#_MINOR[۱]	DI	✓		آلارم مینور واحد (Unit Minor Alarm) – توجه: در صورت تعدد توربین و آرایش خوشه‌بندی، تجمیع (منطق OR) آلارم توربین‌ها در گروه/خوشه مطلوب است.
۳	CB#_MAJOR[۲]	DI	✓		آلارم ماژور بریکر واحد (Unit CB Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۴	CB#_MINOR[۲]	DI	✓		آلارم مینور بریکر واحد (Unit CB Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۵	T#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس اصلی نیروگاه (Main Transformer Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۶	T#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس اصلی نیروگاه (Main Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۷	SS#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس مصرف داخلی نیروگاه (Station Service Transformer Major Alarm) – توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۸	SS#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس مصرف داخلی نیروگاه (Station Service Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۹	PP_DCS_MAJOR	DI	✓	DCS	آلارم ماژور سیستم کنترل نیروگاه – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه‌هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و نیروگاه برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.
۱۰	PP_DCS_MINOR	DI	✓	DCS	آلارم مینور سیستم کنترل نیروگاه – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه‌هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و نیروگاه برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.
۱۱	PP_LINK_FAIL	DI	✓	DCS	آلارم قطع لینک ارتباطی RTU با سیستم کنترل نیروگاه – توجه: ساخت آلارم در RTU امکانپذیر است و از RTU به SCC ارسال می‌گردد.
۱۲	FUSE_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن فیوز تغذیه پنل‌های MR و HVI
۱۳	CH#_AC_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن تغذیه AC شارژر
۱۴	CH#_DC_FAIL	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن خروجی DC شارژر
۱۵	BAT_W	DI	✓	RTU	آلارم کاهش ۱۰٪ سطح ولتاژ DC باتری (Weak Battery Alarm)

۱۶	BAT_D	DI	✓	RTU	آلارم از کار افتادن باتری (Dead Battery Alarm)
۱۷	BB#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور باس بار (Bus Bar Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۱۸	BB#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور باس بار (Bus Bar Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۱۹	CB#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور بریکر – توجه: مشمول کلیدهای Bus Section، Bus Tie، Bus Coupler و Middle - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۰	CB#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور بریکر – توجه: مشمول کلیدهای Bus Section، Bus Tie، Bus Coupler و Middle - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۱	T#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس پست (Power Transformer Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۲	T#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس پست (Power Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۳	T#_HIGH_TAP	DI	✓		آلارم تپ بالای ترانس پست (Power Transformer High Tap Alarm)
۲۴	T#_LOW_TAP	DI	✓		آلارم تپ پایین ترانس پست (Power Transformer Low Tap Alarm)
۲۵	SS#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۶	SS#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور ترانس مصرف داخلی پست (Station Service Transformer Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۷	L#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور خط (Transmission Line Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۸	L#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور خط (Transmission Line Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۲۹	R#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور راکتور (Reactor Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳۰	R#_MINOR	DI	✓		آلارم مینور راکتور (Reactor Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.
۳۱	C#_MAJOR	DI	✓		آلارم ماژور خازن (Capacitor Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.

آلارم مینور خازن (Capacitor Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.		✓	DI	C#_MINOR	۳۲
آلارم ماژور پست (Substation Major Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.		✓	DI	SUB_MAJOR	۳۳
آلارم مینور پست (Substation Minor Alarm) - توجه: تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.		✓	DI	SUB_MINOR	۳۴
آلارم ماژور سیستم کنترل پست – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه-هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و پست بلافصل برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.	DCS	✓	DI	SUB_DCS_MAJOR	۳۵
آلارم مینور سیستم کنترل پست – توجه: سیگنال مشمول ایستگاه-هایی که ارتباط پروتکلی بین پایانه و پست بلافصل برقرار است؛ به بخش مربوطه در دستورالعمل مراجعه گردد.	DCS	✓	DI	SUB_DCS_MINOR	۳۶
آلارم قطع لینک ارتباطی RTU با سیستم کنترل پست بلافصل – توجه: ساخت آلارم در RTU امکانپذیر است و از RTU به SCC ارسال می‌گردد.	DCS	✓	DI	SUB_LINK_FAIL	۳۷

۱ تجمیع زیرگروه مطابق با مدرک گروه‌بندی آلارم‌ها مطلوب است.

۲ در صورتی که توربین‌ها به صورت گروه‌بندی (خوشه‌ای) جهت رویت‌پذیری در نظر گرفته شده‌اند، ارسال وضعیت کلید شینه هر خوشه نیاز است و ارسال وضعیت کلید واحد ضروری نیست.

جدول ۵۱: لیست سیگنال‌های فرمان منابع تولید پراکنده بادی

Row	Signal Name	Type	AOC	Label	Description
۱	CB#_OPEN_CMD[۱]	DCO	✓		فرمان باز شدن بریکر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	CB#_CLOSE_CMD[۱]				فرمان بسته شدن بریکر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۲	DS#_OPEN_CMD[۱]	DCO	✓		فرمان باز شدن سکسیونر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.) – توجه: مشمول سکسیونرهای دارای قابلیت فرمان
	DS#_CLOSE_CMD[۱]				فرمان بسته شدن سکسیونر (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.) – توجه: مشمول سکسیونرهای دارای قابلیت فرمان
۳	T#_TAP_SP	AO/RCO	✓		فرمان Set Point تپ ترانس پست – توجه: در حالت دیجیتال به صورت یک خروجی دابل دیجیتال RCO جهت ساخت پالس ۰۱/Raise و ۱۰/Lower

۴	T#_MANUAL_CMD	DCO	✓		فرمان مد Manual تپ ترانس پست (Power Transformer Tap Changer)
	T#_AUTO_CMD				فرمان مد Auto تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۵	T#_SLAVE_CMD	DCO	✓		فرمان مد Slave تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	T#_MASTER_CMD				فرمان مد Master تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۶	T#_INDEPEND_CMD	DCO	✓		فرمان مد Independent تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
	T#_PARALLEL_CMD				فرمان مد Parallel تپ ترانس پست (نوع سیگنال Double Command Output می‌باشد.)
۷	DMY_OPEN_CMD	DCO			فرمان باز رله Dummy (Dummy (Test) Relay Open Status)
۸	DMY_CLOSE_CMD				فرمان بسته رله Dummy (Dummy (Test) Relay Close Status)

۱ مشمول تمامی کلیدها (Bus Coupler, Bus Section, Middle, Bus Tie, Power Transformer, Line, Reactor, Capacitor) به جز کلید واحدها GCB و HVCB

نکته: ردیف‌های ۱ تا ۶ مطابق با دستورالعمل "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" شرکت مدیریت شبکه برق ایران می‌باشد و ردیف‌های ۷ و ۸ در این دستورالعمل اضافه شده‌اند.

همچنین الزامات مربوط به رویه اتصال به شبکه، سنکرون واحدهای نیروگاهی و تمدید پروانه بهره‌برداری، ارائه مدارک فنی و مهندسی طرح تله‌متری، پایانه راه دور (RTU)، نحوه دریافت و ارسال اطلاعات، نحوه تغذیه تجهیزات اسکادا و ... باید مطابق دستورالعمل "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" شرکت مدیریت شبکه برق ایران و پیوست ۱ آن لحاظ گردد.

نکته: علاوه بر سیگنال‌های فوق، داده‌های همه توابع حفاظتی مورد استفاده در نقطه PCC (که در پیوست (ج) این دستورالعمل به تفصیل ارائه شده است) می‌بایست به مرکز کنترل دیسپاچینگ شرکت برق ارسال گردد.

نکته: اطلاعات ارائه شده در بخش‌های ۹-۲۵-۲-۳ و ۹-۲۵-۲-۴ الزامی نمی‌باشد و می‌تواند به صورت اختیاری با توافق بین اپراتور شبکه و اپراتور منبع تولید پراکنده لحاظ گردد.

۹-۲۵-۲-۳- اطلاعات پیکربندی

این اطلاعات باید از طریق واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشد تا خواندن و تنظیم مقادیر فعلی انجام شود. هر یک از مقادیر اطلاعات نامی جدول ۳۶ می‌تواند مقدار تنظیم‌شده پیکربندی مرتبطی داشته باشد. اگر مقدار تنظیم پیکربندی با مقدار نامی مربوطه متفاوت باشد، مقدار تنظیم پیکربندی باید به عنوان مقدار نامی منبع تولید پراکنده در نظر گرفته شود. تغییرات در مقدار تنظیم‌شده اطلاعات پیکربندی باید با توافق بین اپراتور شبکه و اپراتور منبع تولید پراکنده باشد.

۹-۲۵-۲-۴- اطلاعات مدیریتی

از اطلاعات مدیریتی برای به روزرسانی تنظیمات عملکردی و مد منبع تولید پراکنده استفاده می‌شود. این اطلاعات می‌توانند نوشته یا خوانده شوند.

پارامترهای مد ضریب توان ثابت

پارامترهای مد ضریب توان ثابت همانطور که در بخش ۹-۲۴-۳ توضیح داده شد، باید مطابق جدول ۵۲ برای خواندن و نوشتن از طریق واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشند. مقدار ضریب توان و پیشفاز و پسفاز بودن آن به پروتکل ارتباطی وابسته هستند.

جدول ۵۲: پارامترهای مد ضریب توان ثابت

پارامتر	توضیح	محدوده
فعال بودن مد ضریب توان ثابت	فعال بودن مد ضریب توان ثابت	On / off
ضریب توان ثابت	تنظیمات ضریب توان ثابت	۰-۱
تحریک ضریب توان ثابت	تنظیمات تحریک ضریب توان ثابت	فوق تحریک یا زیر تحریک بودن*

* فوق تحریک و زیر تحریک بودن در شکل ۱۰ مشخص شده است.

پارامترهای مد ولتاژ-توان راکتیو

پارامترهای مد ولتاژ-توان راکتیو همانطور که در بخش ۹-۲۴-۳ توضیح داده شد، باید مطابق جدول ۵۳ برای خواندن و نوشتن از طریق واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشند.

جدول ۵۳: پارامترهای مد ولتاژ-توان راکتیو

پارامتر	توضیح	محدوده
فعال بودن مد ولتاژ – توان راکتیو	فعال بودن مد ولتاژ – توان راکتیو	On / off
V_{ref}	ولتاژ مرجع	۰,۹۵-۱,۰۵ پریونیت ولتاژ نامی
فعال بودن تنظیم خودکار V_{ref}	فعال / غیرفعال بودن بودن تنظیم خودکار V_{ref}	On / off
ثابت زمانی تنظیم V_{ref}	محدوده تنظیم ثابت زمانی V_{ref}	۳۰۰-۵۰۰۰ ثانیه
نقاط منحنی V/Q	نقاط منحنی ولتاژ – توان راکتیو	جدول ۳۰ را ببینید
زمان پاسخ حلقه باز	زمان رسیدن به ۹۰ درصد توان راکتیو موردنظر در پاسخ به تغییرات ولتاژ	۱-۹۰ ثانیه

پارامترهای مد توان اکتیو-توان راکتیو

پارامترهای مد توان اکتیو-توان راکتیو همانطور که در بخش ۹-۲۴-۳ توضیح داده شد، باید مطابق جدول ۵۴ برای خواندن و نوشتن از طریق واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشند.

جدول ۵۴: پارامترهای مد توان اکتیو-توان راکتیو

پارامتر	توضیح	محدوده
فعال بودن مد توان اکتیو – توان راکتیو	فعال بودن مد توان اکتیو – توان راکتیو	On / off
نقاط منحنی P/Q	نقاط منحنی توان اکتیو – توان راکتیو	جدول ۳۱ را ببینید

پارامترهای مد توان راکتیو ثابت

پارامترهای مد توان راکتیو ثابت همانطور که در بخش ۹-۲۴-۳ توضیح داده شد، باید مطابق جدول ۵۵ برای خواندن و نوشتن از طریق واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشند.

جدول ۵۵: پارامترهای مد توان راکتیو ثابت

پارامتر	توضیح	محدوده
فعال بودن مد توان راکتیو ثابت	فعال بودن مد توان راکتیو ثابت	On / off
توان راکتیو ثابت	تنظیمات توان راکتیو ثابت	برای تنظیمات توان راکتیو برای گروه‌های A و B به جدول ۲۹ رجوع شود

پارامترهای مد ولتاژ-توان اکتیو

پارامترهای مد ولتاژ-توان اکتیو همانطور که در بخش ۹-۲۴-۴ توضیح داده شد، باید مطابق جدول ۵۶ برای خواندن و نوشتن از طریق واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشند.

جدول ۵۶: پارامترهای مد ولتاژ-توان اکتیو

پارامتر	توضیح	محدوده
فعال بودن مد ولتاژ – توان اکتیو	فعال بودن مد ولتاژ – توان اکتیو	On / off
نقاط منحنی V/P	نقاط منحنی ولتاژ – توان اکتیو	جدول ۳۲ را ببینید
زمان پاسخ حلقه باز	زمان رسیدن به ۹۰ درصد توان اکتیو مورد نظر در پاسخ به تغییرات ولتاژ	۰٫۵-۶۰ ثانیه

پارامترهای تریپ ولتاژ و قطع آنی

پارامترهایی که برای تریپ ولتاژ در بخش ۹-۱۲-۱ شرح داده شد، برای تبادل اطلاعات از طریق واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده باید در دسترس باشند. همچنین آستانه قطع آنی که در بخش ۹-۱۲-۲ مشخص شده است، می‌تواند برای تبادل اطلاعات از طریق واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشد. این پارامترها در جدول ۵۷ (الزامی) و جدول ۵۸ (غیرالزامی) آمده است.

جدول ۵۷: پارامترهای تریپ ولتاژ

پارامتر	توضیح	محدوده
نقاط منحنی تریپ HV	نقاط منحنی فشار قوی که باید تریپ داده شود	جداول ۱۲ تا ۱۴ را ببینید
نقاط منحنی تریپ LV	نقاط منحنی فشار ضعیف که باید تریپ داده شود	جداول ۱۲ تا ۱۴ را ببینید

جدول ۵۸: پارامترهای قطع آنی (غیر الزامی)

پارامتر	توضیح	محدوده
نقاط منحنی قطع آنی HV	نقاط منحنی قطع آنی فشار قوی	ارجاع به بخش ۹-۱۲-۲
نقاط منحنی قطع آنی LV	نقاط منحنی قطع آنی فشار ضعیف	ارجاع به بخش ۹-۱۲-۲

پارامترهای تریپ فرکانس

مطابق جدول ۵۹ پارامترهای تریپ فرکانس همانطور که در بخش ۹-۱۳-۱ شرح داده شد، باید برای خواندن و نوشتن از طریق واسط‌های مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشند.

جدول ۵۹: پارامترهای تریپ فرکانس

پارامتر	توضیح	محدوده
نقاط منحنی تریپ HF	نقاط منحنی فرکانس بالا که باید تریپ داده شود	جدول ۱۸ را ببینید
نقاط منحنی تریپ LF	نقاط منحنی فرکانس پایین که باید تریپ داده شود	جدول ۱۸ را ببینید

ورود به سرویس

مطابق جدول ۶۰ پارامترهای ورود به سرویس همانطور که در بخش ۹-۶ شرح داده شد، باید برای خواندن و نوشتن از طریق واسطهای مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشند.

جدول ۶۰: پارامترهای ورود به سرویس پس از تریپ

پارامتر	توضیح	محدوده
مجوز سرویس	توانایی ورود یا ادامه سرویس‌دهی	فعال / غیرفعال
حد بالای ولتاژ ورود به سرویس	حد بالای ولتاژ ورود به سرویس	جدول ۹ را ببینید
حد پایین ولتاژ ورود به سرویس	حد پایین ولتاژ ورود به سرویس	جدول ۹ را ببینید
حد بالای فرکانس ورود به سرویس	حد بالای فرکانس ورود به سرویس	جدول ۹ را ببینید
حد پایین فرکانس ورود به سرویس	حد پایین فرکانس ورود به سرویس	جدول ۹ را ببینید
تاخیر ورود به سرویس	تاخیر ورود به سرویس	۰-۶۰۰ ثانیه
تاخیر تصادفی ورود به سرویس	تاخیر تصادفی ورود به سرویس	۱-۱۰۰۰ ثانیه
نرخ شیب ورود به سرویس	نرخ شیب ورود به سرویس	۱-۱۰۰۰ ثانیه

محدود کردن توان اکتیو ماکزیمم

مطابق جدول ۶۱ پارامترهای محدود کردن توان اکتیو ماکزیمم به کار می‌روند، همانطور که در بخش ۹-۵ شرح داده شد، باید برای خواندن و نوشتن از طریق واسطهای مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده در دسترس باشند.

جدول ۶۱: پارامترهای محدود کردن توان اکتیو ماکزیمم

پارامتر	توضیح	محدوده
فعال نمودن محدود کردن توان اکتیو	مد فعال	On / off
توان اکتیو ماکزیمم	تنظیمات توان اکتیو ماکزیمم	ارجاع به بخش ۹-۵

۹-۲۵-۳-کنترل از راه دور

به طور کلی با رشد تولیدات پراکنده در شبکه توزیع، تبادل اطلاعات و کنترل از راه دور مسئله‌ای مهم است. برای بهره‌برداری ایمن شبکه توزیع، اپراتور شبکه باید در صورت نیاز قادر به کنترل از راه دور منابع تولید پراکنده باشد. مهم‌ترین این موارد عبارتند از کنترل مدارشکن‌ها، به ویژه باز کردن (تریپ از راه دور[۱]) مدار شکن در صورت وجود شرایط بحرانی شبکه، و محدودیت تولید توان اکتیو (کنترل از راه

[۱] Remote Tripping

دور توان اکتیو[۱]). منابع تولید پراکنده با ظرفیت ۱ مگاوات و بیشتر (کلاس ۴ و ۵) باید قابلیت کنترل از راه دور توان اکتیو و تریپ از راه دور را داشته باشند.

۹-۲۵-۴-جمع‌بندی

با توجه به موارد ذکر شده در بخش‌های قبل، الزامات مانیتورینگ و کنترل از راه دور منابع تولید پراکنده به تفکیک کلاس‌های پنج‌گانه مطابق جدول ۶۲ می‌باشد.

جدول ۶۲: الزامات مانیتورینگ و کنترل از راه دور منابع تولید پراکنده

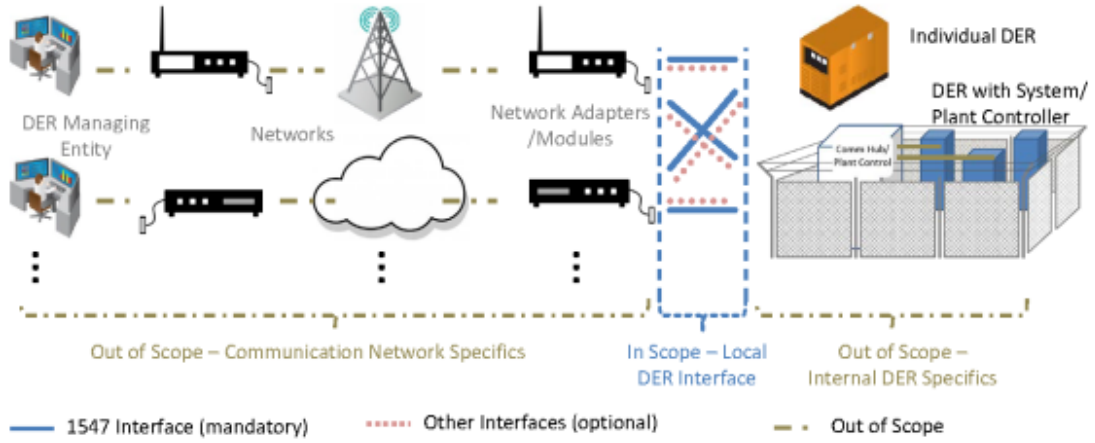
کلاس	الزامات
۱	نیازی به مانیتورینگ، کنترل از راه دور و بستر مخابراتی ندارد.
۲	نیازی به مانیتورینگ، کنترل از راه دور و بستر مخابراتی ندارد.
۳	نیاز به سیستم مانیتورینگ وجود دارد. هرچه ظرفیت بالاتر رود و به ۱ مگاوات نزدیک شود، این الزام قوی‌تر می‌شود. از طرف دیگر، نیازی به کنترل از راه دور ندارد.
۴	وجود سیستم مانیتورینگ و کنترل از راه دور الزامی است.
۵	وجود سیستم مانیتورینگ و کنترل از راه دور الزامی است.

۹-۲۶- مخابرات

مطابق "رویه رؤیت‌پذیری نیروگاه‌های تولید پراکنده" تهیه شده توسط شرکت مدیریت شبکه برق ایران (ویرایش آبان ۱۳۹۹ که با نامه شماره ۹۹/۲۵۰/۲۶۰۷ مورخ ۱۳۹۹/۰۹/۱۹ توسط شرکت توانیر ابلاغ شده است)، برای تجهیزات مخابراتی منابع تولید پراکنده کلاس ۴ و ۵ پیشنهاد می‌شود از بستر فیبر نوری یا PLC به همراه مبدل‌ها و ماژول‌های صنعتی (ترجیحاً ساخت داخل) استفاده گردد. با این وجود اخذ تأییدیه مدیریت شبکه برق ایران و شرکت‌های برق منطقه‌ای جهت اجرای بسترهای رایج شامل فیبر و PLC و همچنین استفاده از بسترهای غیرمعمول مانند APN، Leased Line و Radio در شرایط خاص و با در نظر گرفتن تدابیر امنیت سایبری پیش از اجرا ضروری می‌باشد. به علاوه لازم است در خصوص پیاده‌سازی ارتباط DTS و یا تلفن شهری برای نیروگاه‌های حائز شرایط، استعلام لازم از مراکز دیسپاچینگ مربوطه انجام گیرد.

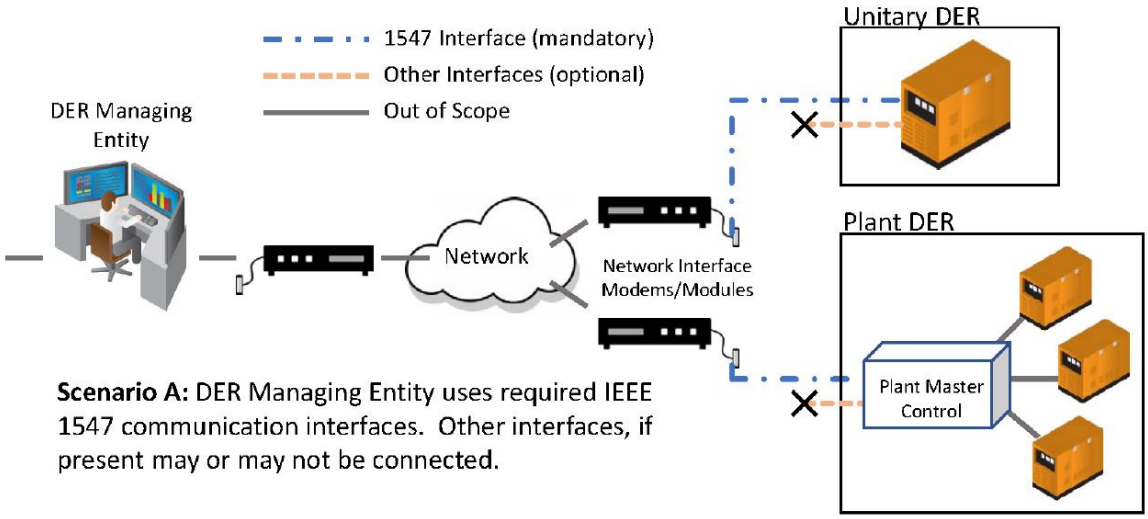
[۱] Remote P

الزامات پروتکل‌های مخابراتی در واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده اعمال می‌شود. همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است، پروتکل‌ها و لایه‌های فیزیکی استفاده شده در شبکه‌های مخابراتی و منابع تولید پراکنده ممکن است با توجه به تکنولوژی و معماری شبکه متفاوت باشند.



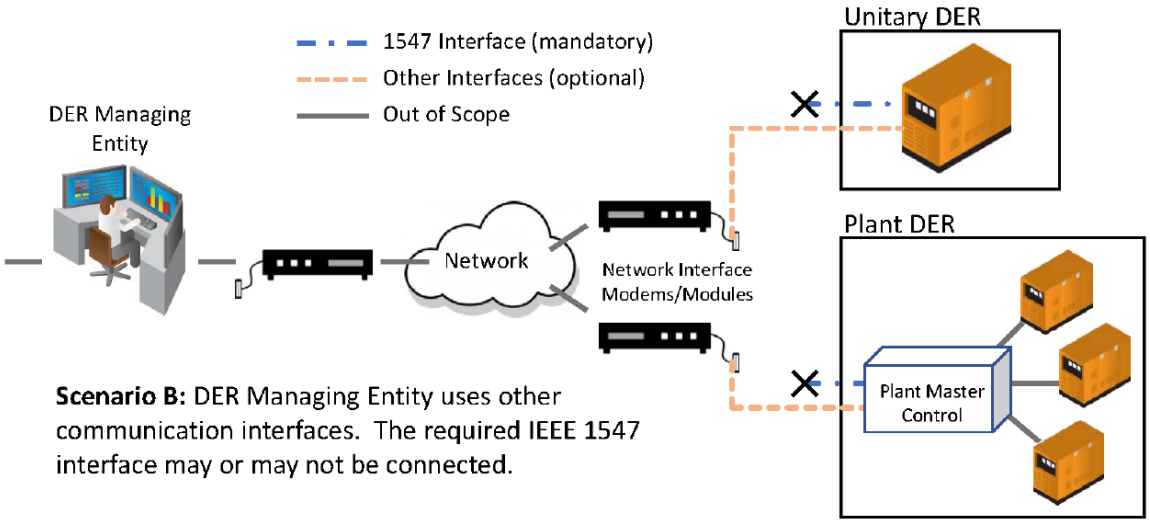
شکل ۱۵: محدوده پروتکل‌های مخابراتی بر اساس استاندارد IEEE ۱۵۴۷

شکل‌های زیر مثال‌هایی از واسط‌های مخابراتی برای منابع تولید پراکنده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶: استفاده از واسط مخابراتی منطبق بر استاندارد IEEE ۱۵۴۷ [۱]

[۱] Standardized

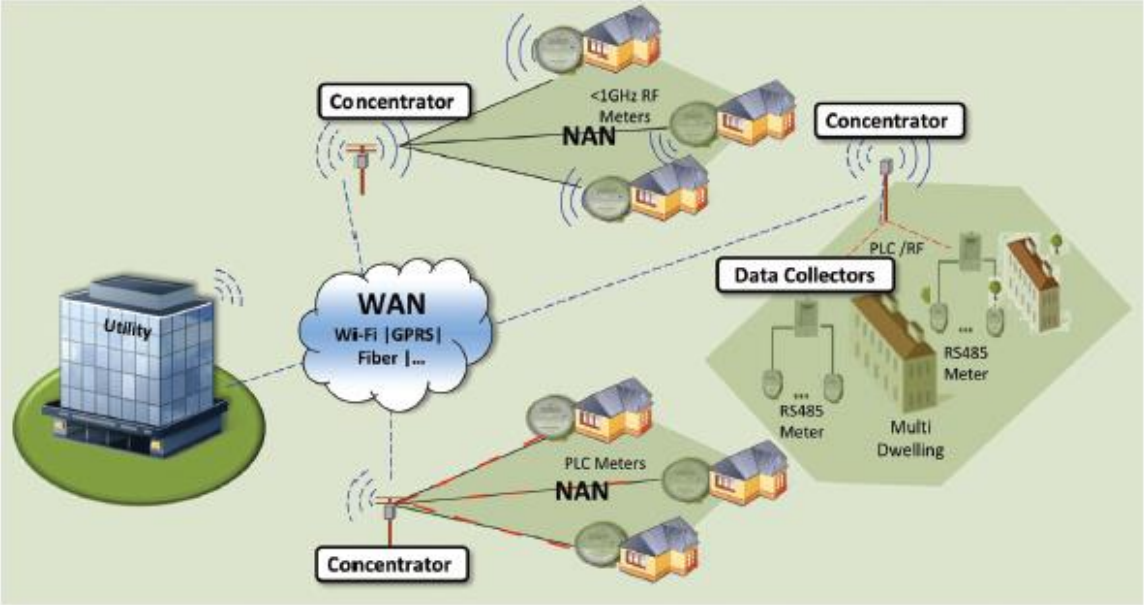


شکل ۱۷: استفاده از واسط مخابراتی جایگزین[۱]

مفاهیم مورد استفاده در این بخش به همراه شکل نمونه‌ای از ارتباطات آنها در ادامه آمده است.

- FAN [۲] یا NAN [۳]: شبکه ارتباطی درون پست‌های توزیع و یا محل احداث نیروگاه تولید پراکنده در بین لوازم اندازه‌گیری و DCU/RTU می‌باشد.
- WAN [۴]: به شبکه ارتباطی فیمابین DCU/RTU و یا مودم و مرکز دیسپاچینگ توزیع (یا هر مکان دیگری که سرورهای مرکزی سیستم مانیتورینگ و کنترل نیروگاه تولید پراکنده و بازار برق وجود دارد) اطلاق می‌شود.

[۱] Custom
[۲] Field Area Network
[۳] Neighborhood Area Network
[۴] Wide Area Network



شکل ۱۸: نمونه‌ای از ارتباطات FAN (یا NAN) و WAN

منابع تولید پراکنده باید تمامی پروتکل‌های مشخص شده در جدول ۶۳ را پشتیبانی کنند؛ به غیر از IEEE Std ۲۰۳۰,۵ (SEP۲) که در این خصوص بایستی از مراکز دیسپاچینگ شرکت‌های برق استعلام به عمل آید. پروتکل مورد استفاده، توسط اپراتور شبکه تعیین می‌شود. پروتکل‌های اضافی، از جمله پروتکل‌های اختصاصی با توافق مشترک بین اپراتور شبکه و اپراتور منبع تولید پراکنده مجاز است. همچنین پشتیبانی از لایه‌های فیزیکی دیگری در کنار موارد مشخص شده در جدول زیر امکان‌پذیر است.

جدول ۶۳: لیست پروتکل‌های مورد قبول

پروتکل	لایه فیزیکی	لایه مخابراتی
IEEE Std ۲۰۳۰,۵ (SEP۲)	Ethernet	WAN
IEEE Std ۱۸۱۵ (DNP۳)	Ethernet	WAN
IEC ۶۰۸۷۰-۵-۱۰۴	Ethernet	WAN
IEC ۶۰۸۷۰-۵-۱۰۱	RS-۲۳۲	FAN
Modbus	RS-۴۸۵	FAN

IEEE Std ۲۰۳۰,۵ (SEP۲): این پروتکل، کنترل و مانیتورینگ منابع تولید پراکنده را فراهم می‌کند. این استاندارد مکانیزم‌هایی برای تبادل پیام‌های کاربردی، پیام‌های دقیق تبادل‌شده شامل پیام-های خطا و مشخصات امنیتی مورد استفاده برای حفاظت از پیام‌های کاربردی را تعریف می‌کند.

IEEE Std ۱۸۱۵ (DNP۳): این پروتکل به عنوان واسطی برای تجهیزات منابع تولید پراکنده استفاده می‌شود که اغلب توسط سیستم SCADA به کار برده می‌شود. چندین یادداشت کاربردی ویژه IEEE ۱۸۱۵ برای پشتیبانی از کنترل و مانیتورینگ تجهیزات منابع تولید پراکنده ایجاد شده است.

IEC ۶۰۸۷۰-۵: یکی از مجموعه استانداردهای IEC ۶۰۸۷۰ می‌باشد که در آن سیستم‌های تله‌کنترل (شامل جمع‌آوری داده و کنترل نظارتی) در اتوماسیون سیستم‌های قدرت ارائه شده است. در بخش ۵ پروفایل مخابراتی برای تبادل اطلاعات بین دو سیستم تشریح شده است. پروتکل ۱۰۴ نسخه تغییر یافته و توسعه یافته پروتکل ۱۰۱ است که در لایه فیزیکی و لینک، شبکه و انتقال داده با هم تفاوت دارند.

Modbus: مدل‌های اطلاعاتی استاندارد مبتنی بر Modbus توسط SunSpec Alliance برای پشتیبانی از کنترل و مانیتورینگ تجهیزات منابع تولید پراکنده تعیین می‌شود.

الزامات عملکرد مخابراتی برای واسط‌های منابع تولید پراکنده در جدول ۶۴ آمده است. این الزامات، عملکرد سیستم‌های مخابراتی مختلفی که برای یکپارچه کردن منابع تولید پراکنده مورد استفاده قرار می‌گیرد را محدود یا تعیین نمی‌کند؛ بلکه مربوط به خود منابع تولید پراکنده است.

جدول ۶۴: الزامات عملکرد مخابراتی برای واسط‌های منابع تولید پراکنده

پارامتر	الزام	توضیح
در دسترس بودن واسط مخابراتی	وقتی که منبع تولید پراکنده در حال بهره‌برداری است	زمانی که منبع در حال بهره‌برداری است و در ناحیه عملکردی پیوسته یا الزامی قرار دارد، واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده باید فعال و پاسخگو باشد.
زمان پاسخ خواندن اطلاعات	کمتر از ۳۰ ثانیه	ماکزیمم زمان برای پاسخ به درخواست‌های خواندن اطلاعات

در خصوص الزامات و مشخصات فنی RTU و نصب و نگهداری آن به "دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون های دستگاه پایانه راه دور (RTU) توزیع زمینی و هوایی" و "دستورالعمل نصب، بهره برداری و نگهداری دستگاه پایانه راه دور (RTU) زمینی و هوایی توزیع" رجوع شود.

پشتیبانی از تمامی پروتکل‌های حوزه FAN و WAN اعلام شده در جدول ۶۳ الزامی است؛ به غیر از IEEE Std ۲۰۳۰,۵ (SEP۲) که در این خصوص بایستی از مراکز دیسپاچینگ شرکت‌های برق استعلام به عمل آید.

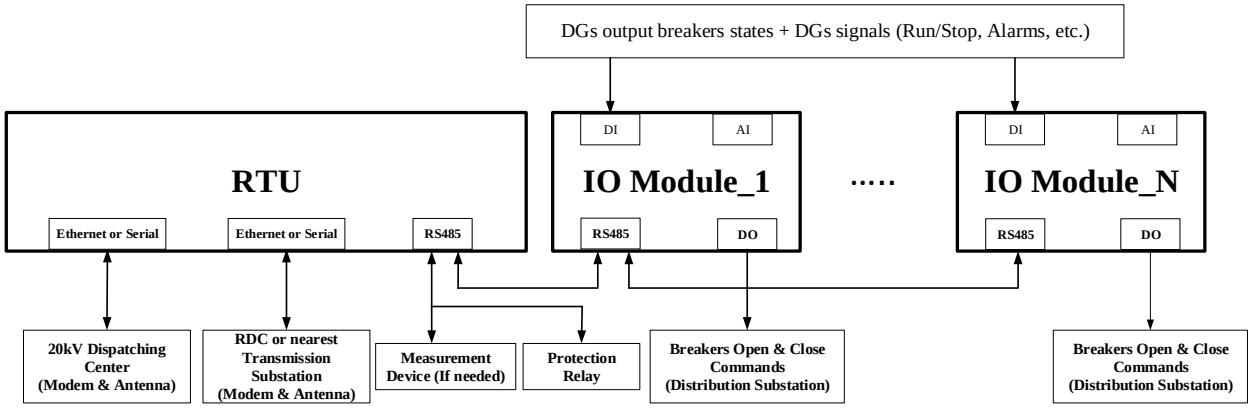
پشتیبانی از دو مستر بدین معنی که RTU قابلیت ارسال همزمان اطلاعات به دو مرکز مختلف با دو زیرساخت مخابراتی مختلف را داشته باشد؛ با در نظر گرفتن این نکته که همواره تنها یک مرکز اجازه صدور فرمان را دارد و مرکز دیگر تنها قابلیت مانیتور اطلاعات را خواهد داشت. ارسال فرمان برای مولدهایی که با طرح ۳ به شبکه اتصال پیدا کرده‌اند از طریق دیسپاچینگ شرکت توزیع و برای مولدهایی که با طرح ۴ یا ۵ به شبکه اتصال یافته‌اند از طریق دیسپاچینگ شرکت‌های برق منطقه‌ای مقدور خواهد بود و سایر شرکت‌ها فقط مجاز به رویت اطلاعات خواهند بود.

در صورت پشتیبانی نرم افزار اسکادای شرکت‌های برق از پروتکل IEC ۶۰۸۷۰-۶ (TASE.۲/ICCP) و وجود ارتباطات امن مخابراتی فیمابین دو مرکز دیسپاچینگ/کنترل این قابلیت مورد نیاز نمی‌باشد و بایستی اطلاعات مستقیماً به یک مرکز کنترل و مانیتورینگ فرستاده و از آنجا از طریق بستر مخابراتی امن و پروتکل IEC ۶۰۸۷۰-۶ (TASE.۲/ICCP) به اسکادای مرکز دوم فرستاده شود.

بستر مخابراتی مورد استفاده در اتوماسیون منبع تولید پراکنده، پس از بررسی میدانی توسط کارشناس مخابرات شرکت‌های برق تعیین شده و وابسته به شرایط کاری و جغرافیایی و زیرساخت‌های شرکت برق می‌باشد. RTU باید بتواند با هر زیرساخت مخابراتی که توسط شرکت‌های برق تعیین می‌گردد همخوانی داشته باشد.

در مواردی که با نظر شرکت‌های برق لازم باشد RTU منصوبه در محل مولد با RTU منصوبه در پست‌های فوق توزیع تبادل اطلاعات داشته باشد، RTU منصوبه در محل منبع تولید پراکنده باید قادر باشد با تمام سطوح اجرایی پروتکل مورد نظر در RTU پست فوق توزیع ارتباط برقرار کند. کلیه هزینه‌های مربوط به مبدل پورت و اجرای پروژه بر عهده مالک مولد خواهد بود.

شکل زیر یک نمونه از ارتباطات RTU منصوبه در نقطه PCC را نمایش می دهد. برای دریافت سیگنال‌های داخلی مولد کنتاکت‌های خشک ترجیح داده می‌شود. اما در صورتی که نیاز به ارتباط بین RTU و کنترل‌کننده مولد باشد، این ارتباط باید از طریق پروتکل MODBUS برقرار شود. برقراری ارتباط با رله‌های حفاظتی و دیتالاگرها جهت قرائت مقادیر آنالوگ و همچنین دریافت سیگنال‌های خطاها نیز باید از طریق پروتکل MODBUS باشد. به عبارتی ارتباطات داخل حوزه FAN باید از طریق پروتکل MODBUS باشد.



شکل ۱۹: نمونه‌ای از ارتباطات RTU منصوبه در نقطه PCC

۹-۲۷- امنیت سایبری

یکی از مسائل بسیار مهم در به‌کارگیری منابع تولید پراکنده متصل به شبکه‌های مخابراتی کنترل و مانیتورینگ گسترده‌تر، امنیت سایبری می‌باشد. الزامات امنیتی منبع تولید پراکنده، هم دسترسی فیزیکی محلی و هم دسترسی شبکه راه دور را در بر می‌گیرد. سطح امنیت مورد نیاز متناسب با ریسک مرتبط با اختلال در سیستم و تأثیر احتمالی بر سایر بخش‌های سیستم می‌باشد. هر واسط مخابراتی محلی منبع تولید پراکنده قابلیت‌های امنیتی متفاوتی را ارائه می‌دهد. الزامات امنیت سایبری مخابراتی و قابلیت همکاری می‌تواند بر اساس توافق متقابل و همچنین تحت الزامات نظارتی (رگولاتوری) باشد.

در خصوص الزامات امنیت سایبری و فیزیکی، سرمایه‌گذار منبع تولید پراکنده با هماهنگی با شرکت برق موظف به رعایت مقررات و آئین‌نامه‌های ابلاغی مراجع ذی‌صلاح و بالادست می‌باشد.

۱۰- حداقل تجهیزات مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

منابع تولید پراکنده برای اتصال به شبکهٔ برق، نیاز به تجهیزات خاصی دارند. برای هر یک از کلاسهای قدرت منابع تولید پراکنده و بسته به محل اتصال مولد به شبکه، تجهیزات قدرت، کنترلی، مانیتورینگ، اندازه‌گیری و حفاظتی به همراه طرحوارهٔ اتصال جداگانه (دیاگرام تک خطی) ارائه می‌گردد.

حداقل تجهیزاتی که برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری و غیراینورتری به شبکه مورد نیاز است در پیوست (ج) این دستورالعمل "راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده و ملاحظات توابع حفاظتی" ارائه شده است. به طور کلی به تجهیزاتی که جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرند و امکان بهره‌برداری صحیح، مطلوب و ایمن از شبکه و منبع تولید پراکنده را فراهم می‌کنند، تجهیزات جانبی فنی گویند.

مشخصات مربوط به تجهیزات جانبی به منظور دریافت پروانه احداث باید توسط سرمایه‌گذار فراهم و به شرکت برق ارائه گردد. بعد از تأیید تجهیزات توسط شرکت برق، سرمایه‌گذار می‌تواند نسبت به خرید آنها اقدام نماید. در صورت خرید یک تجهیز و مورد تأیید نبودن آن توسط شرکت برق، کلیه هزینه‌های تعویض آن بر عهده سرمایه‌گذار است.

مهمترین تجهیزات اتصال منابع تولید پراکنده به شبکهٔ برق عبارتند از:

۱۰-۱- ترانسفورماتور اختصاصی (در صورت عدم هماهنگی ولتاژ خروجی منابع تولید پراکنده با سطح ولتاژ اتصالی به شبکه برق مربوطه)

۱۰-۲- دستگاه‌های اندازه‌گیری

۱. ترانسفورماتور اندازه‌گیری جریان

۲. ترانسفورماتور اندازه‌گیری ولتاژ

۳. تجهیزات اندازه‌گیری انرژی دوطرفه، جهت اندازه‌گیری جداگانه توان ورودی و خروجی

۱۰-۳- کلید تبادل توان (کلید اصلی)

۱۰-۴- کلید قدرت

۱۰-۵- انتقال تریپ و دستگاه‌های تله‌متری (تجهیزات مانیتورینگ)

۱۰-۶- دستگاه‌های حفاظتی

۱. رله‌های مجتمع دارای چندین تابع حفاظتی

۲. حفاظت اضافه/افت ولتاژ

۳. **حفاظت اضافه/افت فرکانس**
۴. **رلهٔ خطای زمین**
۵. **رلهٔ اضافه جریان**
۶. **رله سنکرونیزاسیون**
۷. **رله توان معکوس یا حداقل توان**
۸. **رله نرخ تغییرات فرکانس (*ROCOF*)**
۹. **رله جابجایی فاز**

حداقل تجهیزات حفاظتی، اندازه‌گیری، مانیتورینگ و قدرت و کنترلی برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف به طور خلاصه در جداول ۶۵ تا ۶۸ ارائه شده است. توضیحات و جزئیات مربوط به هر یک از این جداول در پیوست (ج) این دستورالعمل آمده است. لازم به ذکر است علاوه بر تجهیزات ذکر شده در جداول زیر که حداقل تجهیزات مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه هستند، تجهیزات اضافی پیشنهادی (خصوصاً برای توابع حفاظتی) در پیوست (ج) این دستورالعمل آورده شده است. همچنین دیاگرام‌های تک‌خطی حفاظتی (شامل توابع حفاظتی الزامی و پیشنهادی به ازای هر کلاس و طرح اتصال) و ملاحظات و تنظیمات توابع حفاظتی در پیوست (ج) ارائه گردیده است.

باید توجه داشت که در این دستورالعمل، هدف بررسی حداقل تجهیزات حفاظتی مورد نیاز در سیستم اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه در نقطه PCC است و نه حفاظت منبع تولید پراکنده. به عبارت دیگر هدف حفاظت شبکه در برابر تأثیرات ناشی از منبع تولید پراکنده بر شبکه است و لذا طرح‌های حفاظتی که در این دستورالعمل و پیوست (ج) ارائه می‌شود تضمینی برای حفاظت منبع تولید پراکنده نیست. مسئولیت حفاظت از منبع تولید پراکنده بر عهده مالک منبع تولید پراکنده است و مالک منبع تولید پراکنده باید برای حفاظت مولدهای خود توابع حفاظتی مورد نیاز را پیش‌بینی نماید.

جدول ۶۵: حداقل توابع الزامی سیستم حفاظتی برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف

شماره تابع حفاظتی	کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آن‌ها به شبکه								
	کلاس۱ (طرح۱)	کلاس۱ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۳)	کلاس۳ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۵)
۲۷	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۵۹	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۵۱/۵۰	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۸۱			*	*	*	*	*	*	*
۳۲			*	*	*	*	*	*	*
۵۱N/۵۰N			*	*	*	*	*	*	*
۴۶			*	*	*	*	*	*	*
۴۷			*	*	*	*	*	*	*
۵۹G				*	*	*	*	*	*
۸۱R						*	*	*	*
انتقال تریپ							*	*	*

جدول ۶۶: حداقل تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف

تجهیزات اندازه‌گیری	کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه								
	کلاس۱ (طرح۱)	کلاس۱ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۳)	کلاس۳ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۵)
کنتور	*	*	*	*	*	*	*	*	*
دیتا لاگر	با نظر بهره‌بردار شبکه								
CT			*	*	*	*	*	*	*
PT(VT)				*	*	*	*	*	*

جدول ۶۷: حداقل تجهیزات مانیتورینگ مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف (۱)

تجهیزات مانیتورینگ	کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه						
	کلاس۱ (طرح ۱ و ۲)	کلاس۲ (طرح ۲ و ۳)	کلاس۳ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۵)
ترانسدیوسرها (۲)			*	*	*	*	*
پورت‌های ارتباطی (سریال، اترنت و ...)			*	*	*	*	*
تجهیزات اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها			*	*	*	*	*
RTU (کارت‌های آنالوگ و دیجیتال)			*	*	*	*	*
تجهیزات مخابراتی (مودم، آنتن و ...)			*	*	*	*	*
انتقال تریپ					*	*	*

(۱) از آنجایی که تجهیزات مانیتورینگ به زیرساخت‌های ارتباطی و مخابراتی شرکت برق وابسته است، نوع تجهیزات مانیتورینگ بر اساس نظر شرکت برق تعیین می‌شود.

(۲) در صورت وجود ترانسدیوسر داخلی در کارت‌های آنالوگ RTU، نیاز به استفاده از ترانسدیوسر مجزا نمی‌باشد.

جدول ۶۸: حداقل تجهیزات قدرت و کنترلی مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف

تجهیزات قدرت و کنترلی	کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه								
	کلاس۱ (طرح۱)	کلاس۱ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۳)	کلاس۳ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۵)
کلید مولد	*	*	*	*	*	*	*	*	*
کلید قدرت				*	*	*	*	*	*
سکسیونر				*	*	*	*	*	*
اینورتر	*	*	*	*	*	*	*	*	*

همچنین حداقل تجهیزات حفاظتی، اندازه‌گیری، مانیتورینگ و قدرت و کنترلی برای اتصال منابع تولید پراکنده غیراینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف به طور خلاصه در جداول ۶۹ تا ۷۲ ارائه شده است. توضیحات و جزئیات مربوط به هر یک از این جداول در پیوست (ج) این دستورالعمل آمده است. لازم به ذکر است علاوه بر تجهیزات ذکر شده در جداول زیر که حداقل تجهیزات مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه هستند، تجهیزات اضافی پیشنهادی (خصوصاً برای توابع حفاظتی)

در پیوست (ج) این دستورالعمل آورده شده است. همچنین دیاگرام‌های تک‌خطی حفاظتی (شامل توابع حفاظتی الزامی و پیشنهادی به ازای هر کلاس و طرح اتصال) و ملاحظات و تنظیمات توابع حفاظتی در پیوست (ج) ارائه گردیده است.

باید توجه داشت که در این دستورالعمل، هدف بررسی حداقل تجهیزات حفاظتی مورد نیاز در سیستم اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه در نقطه PCC است و نه حفاظت منبع تولید پراکنده. به عبارت دیگر هدف حفاظت شبکه در برابر تأثیرات ناشی از منبع تولید پراکنده بر شبکه است و لذا طرح‌های حفاظتی که در این دستورالعمل و پیوست (ج) ارائه می‌شود تضمینی برای حفاظت منبع تولید پراکنده نیست. مسئولیت حفاظت از منبع تولید پراکنده بر عهده مالک منبع تولید پراکنده است و مالک منبع تولید پراکنده باید برای حفاظت مولدهای خود توابع حفاظتی مورد نیاز را پیش‌بینی نماید.

جدول ۶۹: حداقل توابع الزامی سیستم حفاظتی برای اتصال منابع تولید پراکنده غیراینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف

شماره تابع حفاظتی	کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آن‌ها به شبکه									
	کلاس۱ (طرح۱)	کلاس۱ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۳)	کلاس۳ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۵)
۲۷	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۵۹	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۵۱/۵۰	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۸۱			*	*	*	*	*	*	*
۳۲			*	*	*	*	*	*	*
۲۵			*	*	*	*	*	*	*
۵۱N/۵۰N			*	*	*	*	*	*	*
۴۶			*	*	*	*	*	*	*
۴۷			*	*	*	*	*	*	*
۵۹G				*	*	*	*	*	*
*۵۱V					*	*	*	*	*
۸۱R						*	*	*	*
انتقال تریپ							*	*	*

* فقط برای مولدهای بادی الزامی است.

جدول ۷۰: حداقل تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده غیراینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف

تجهیزات اندازه‌گیری	کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه								
	کلاس۱ (طرح۱)	کلاس۱ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۳)	کلاس۳ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۵)
کنتور	*	*	*	*	*	*	*	*	*
دیتا لاگر	با نظر بهره‌بردار شبکه								
CT			*	*	*	*	*	*	*
PT(VT)				*	*	*	*	*	*

جدول ۷۱: حداقل تجهیزات مانیتورینگ مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده غیراینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف (۱)

تجهیزات مانیتورینگ	کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه						
	کلاس۱ (طرح ۱ و ۲)	کلاس۲ (طرح ۲ و ۳)	کلاس۳ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۵)
ترانسدیوسرها (۲)			*	*	*	*	*
پورت‌های ارتباطی (سریال، اترنت و ...)			*	*	*	*	*
تجهیزات اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها			*	*	*	*	*
RTU (کارت‌های آنالوگ و دیجیتال)			*	*	*	*	*
تجهیزات مخابراتی (مودم، آنتن و ...)			*	*	*	*	*
انتقال تریپ					*	*	*

(۱) از آنجایی که تجهیزات مانیتورینگ به زیرساخت‌های ارتباطی و مخابراتی شرکت برق وابسته است، نوع تجهیزات مانیتورینگ بر اساس نظر شرکت برق تعیین می‌شود.

(۲) در صورت وجود ترانسدیوسر داخلی در کارت‌های آنالوگ RTU، نیاز به استفاده از ترانسدیوسر مجزا نمی‌باشد.

جدول ۷۲: حداقل تجهیزات قدرت و کنترلی مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده غیراینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف

تجهیزات قدرت و کنترلی	کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه								
	کلاس۱ (طرح۱)	کلاس۱ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۲)	کلاس۲ (طرح۳)	کلاس۳ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۳)	کلاس۴ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۴)	کلاس۵ (طرح۵)
کلید مولد	*	*	*	*	*	*	*	*	*
کلید قدرت				*	*	*	*	*	*
سکسیونر				*	*	*	*	*	*
AVR	*	*	*	*	*	*	*	*	*

۱۱- آزمون‌های مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

به طور کلی هنگام اتصال منابع تولید پراکنده به شبکهٔ برق، لازم است آزمون‌هایی بر روی کلیه تجهیزات بکار رفته در نیروگاه تولید پراکنده انجام گیرد تا اطمینان لازم از عملکرد مناسب تجهیزات در شرایط مختلف بهره‌برداری حاصل گردد. عموماً دو نوع آزمون در مورد تجهیزات بکار رفته در نیروگاه تولید پراکنده انجام می‌شود:

۱. آزمون‌های راه اندازی
۲. آزمون‌های دوره‌ای

این آزمون‌ها مطابق پیوست (د) این دستورالعمل "راهنمای آزمون تجهیزات جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق" انجام می‌شوند.

آزمون‌ها باید توسط یک گروه مستقل و دارای شرایط لازم (مانند مهندسان حرفه‌ای، تکنسین‌های مورد تائید و یا متخصصین برق صلاحیت‌دار و دارای تجربه در آزمون تجهیزات الکتریکی) انجام شوند که صلاحیت آنها بایستی به تأیید شرکت برق برسد. همچنین ناظر شرکت برق باید در تمام آزمون‌های راه‌اندازی و دوره‌ای حضور داشته باشد و نتایج آزمون‌ها به تأیید ایشان برسد.

۱۱-۱- آزمون‌های راه اندازی

این آزمون‌ها می‌بایست بر روی کلیهٔ تجهیزات قبل از اتصال مولد به شبکهٔ برق (بهره‌برداری موازی) انجام گیرد. قبل از انجام آزمون‌های راه اندازی لازم است بازبینی و بررسی موارد زیر صورت گیرد:

- بازدید ظاهری سیستم زمین و اندازه‌گیری مقاومت زمین
- بازدید ظاهری و کنترل وضعیت استقرار و نصب صحیح کلیدها و سکسیونرها و کنترل اتصالات الکتریکی و مکانیکی
- کنترل اینترلاک‌های مورد نیاز جهت عملکرد مطمئن و ایمن در هر دو سمت LV و MV
- بازدید ظاهری و کنترل وضعیت استقرار ترانسفورماتورها و رویت چک لیست آنها
- تست مجموعه باتری و باتری شارژر (پست‌های داخلی و پاساژ و واحدها)
- ممیزی سطوح حفاظت تنظیم شده روی رله‌های حفاظتی
- تست عملکرد بی‌باری ژنراتور قبل از اتصال به شبکه

- تست سیستم انتقال تریپ

پس از اطمینان از صحت موارد فوق، آزمون‌های راه اندازی مرتبط با هر یک از انواع منابع تولید پراکنده (ژنراتور سنکرون، منابع اینورتری و توربین بادی) انجام می شوند.

در انجام آزمون‌های راه‌اندازی موارد زیر باید رعایت گردد:

۱- لازم است نتایج تمامی تست‌های انجام شده ثبت گردد.

۲- تمامی تست‌ها باید قبل از بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده انجام شود.

۳- روند انجام تست‌ها باید به تأیید بهره‌بردار شبکه برسد.

۴- چک لیست و نتایج تمام تست‌ها باید توسط سرمایه‌گذار تهیه و به شرکت برق ارائه شود.

۱۱-۲- آزمون‌های دوره‌ای

در زمان انجام آزمون‌های راه‌اندازی، توافقی بین بهره‌بردار شبکه و سرمایه‌گذار منبع تولید پراکنده برای تعیین فواصل زمانی انجام آزمون‌های دوره‌ای انجام می‌گیرد. معمولاً مراحل و نحوهٔ انجام آزمون‌های دوره‌ای توسط سازنده تجهیزات تعیین می‌شود و فواصل زمانی انجام این آزمون‌ها توسط سازندهٔ تجهیزات یا ایجادکنندهٔ سیستم[۱] و یا مقام صلاحیت‌داری که بر اتصال منبع تولید پراکنده به شبکه نظارت می‌کند، تعیین می‌شود.

اگر تجهیز یا سخت‌افزار و نرم‌افزاری در سیستم اتصال مولد به شبکه، تعویض یا تعمیر شود آزمون‌ها باید بر روی این تجهیز دوباره تکرار شود.

[۱] System integrator

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

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، در صورت موفقیت‌آمیز بودن تستهای مختلف راه‌اندازی و اتصال این منابع به شبکه اجازه اتصال و بهره‌برداری 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.

اپراتور مولد تولید پراکنده باید در شرایط مختلف بهره‌برداری از این مولدها کاملاً با بهره‌بردار شبکه هماهنگ باشد. نکته مهم در این رابطه تفکیک وظایف بهره‌بردار منبع تولید پراکنده از بهره‌بردار شبکه در عین لزوم هماهنگی با یکدیگر می‌باشد.

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

همچنین یک سری قیود بهره‌برداری نیز وجود دارند که باید در شرایط مختلف بهره‌برداری لحاظ شود که مهمترین آنها عبارتند از:

- چگونگی و 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

الزامات و قیود فنی بهره‌برداری از مولدهای پراکنده و نحوه تعامل اپراتور مولد با بهره‌بردار شبکه و بالعکس باید مطابق پیوست (ه) این دستورالعمل "راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه" در نظر گرفته شود. در این راهنما، الزامات و قیود فنی بهره‌برداری از انواع منابع تولید پراکنده (اینورتری و غیر اینورتری) مشتمل بر چگونگی در مدار آوردن منابع تولید پراکنده، نحوه هماهنگی و تعامل بین بهره‌بردار شبکه و اپراتور منبع تولید پراکنده، موارد مرتبط با اتوماسیون، مانیتورینگ و چگونگی ارتباط با مرکز کنترل دیسپاچینگ و همچنین ملاحظات ایمنی بهره‌بردار شبکه در هنگام وقوع حوادث مرتبط با منابع تولید پراکنده ارائه شده است.

۱۳- اسناد و مدارک پیوست

۱۳-۱- پیوست الف:

الزامات اداری و رویه‌های اجرایی اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

۱۳-۲- پیوست ب:

راهنمای انجام مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

۱۳-۳- پیوست ج:

راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده و ملاحظات توابع حفاظتی

۱۳-۴- پیوست د:

راهنمای آزمون تجهیزات جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

۱۳-۵- پیوست ه:

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

۱۳-۱- پیوست الف:

الزامات اداری و رویه‌های اجرایی اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

به راهنمای پیوست این دستورالعمل مراجعه شود.

۱۳-۲- پیوست ب:

راهنمای انجام مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

به راهنمای پیوست این دستورالعمل مراجعه شود.

۱۳-۳- پیوست ج:

راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده و ملاحظات توابع حفاظتی

به راهنمای پیوست این دستورالعمل مراجعه شود.

۱۳-۴- پیوست د:

راهنمای آزمون تجهیزات جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

به راهنمای پیوست این دستورالعمل مراجعه شود.

۱۳-۵- پیوست ه:

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

به راهنمای پیوست این دستورالعمل مراجعه شود.