


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

تاریخ ویرایش:

**دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک**

صفحه	فهرست مطالب
۲	مقدمه .....
۳	۱- هدف .....
۳	۲- محدوده اجرا .....
۳	۳- مسئولیت .....
۳	۴- تعاریف و مفاهیم .....
۹	۵- دستور انجام کار .....
۲۰	۶- اسناد و مدارک پیوست .....


صفحه : ۲ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
-------------------------	---	--

## مقدمه

با حرکت سیستم‌های قدرت از ساختار سنتی به سمت ساختار رقابتی، پیش‌بینی می‌شود مولدهای مقیاس کوچک نقشی مهم و اساسی را در صنعت برق ایفا نمایند. مولدهای مقیاس کوچک، منابع تولید توان الکتریکی هستند که به صورت پراکنده در شبکه برق برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز مصرف‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند و مستقیماً به شبکه برق یا محل مصرف‌کننده متصل می‌شوند. باتوجه 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 ملزومات فنی مورد نیاز جهت اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه‌های برق را ارائه می‌نماید و شامل موارد زیر است:

۱. مراحل درخواست نصب و اتصال مولدهای مقیاس کوچک 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 مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق
  ۴. نحوه انجام آزمایش‌ها و راه‌اندازی این مولدها
- این دستورالعمل جایگزین کلیه دستورالعمل‌هایی که تا قبل از ابلاغ این دستورالعمل تحت عنوان "دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک" صادر شده‌اند، گردیده و لازم‌الاجرا می‌باشد.

صفحه : ۳ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
-------------------------	---	---

## ۱- هدف

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

## ۲- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل، اتصال مولدهای مقیاس کوچک 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 و یا باس ۶۳ یا ۶۶ کیلوولت پست‌های فوق توزیع می‌باشد.

## ۳- مسئولیت

مسئولیت اجرای این دستورالعمل، بر عهده شرکت‌های توزیع نیروی برق و شرکت‌های برق منطقه‌ای می‌باشد.

## ۴- تعاریف و مفاهیم

-مولد مقیاس کوچک: 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 مولد مقیاس کوچک در نظر گرفته می‌شوند.

## - طبقه‌بندی مولدهای مقیاس کوچک با توجه به قدرت نامی

از آنجاییکه مسائل فنی مربوط به اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه 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 می‌شوند.



## جدول (۱): طبقه‌بندی مولدهای مقیاس کوچک با توجه به مقادیر نامی

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

طبقه‌بندی فوق برای مولدهای سه‌فاز می‌باشد. مولدهای مقیاس کوچک تک‌فاز با ظرفیت حداکثر تا ۵ کیلووات جزو کلاس ۱ می‌باشند و مولدهای بیش از ۵ کیلووات امکان اتصال به صورت تک‌فاز را ندارند.

## - طرح‌های مجاز اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه با توجه به قدرت نامی

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

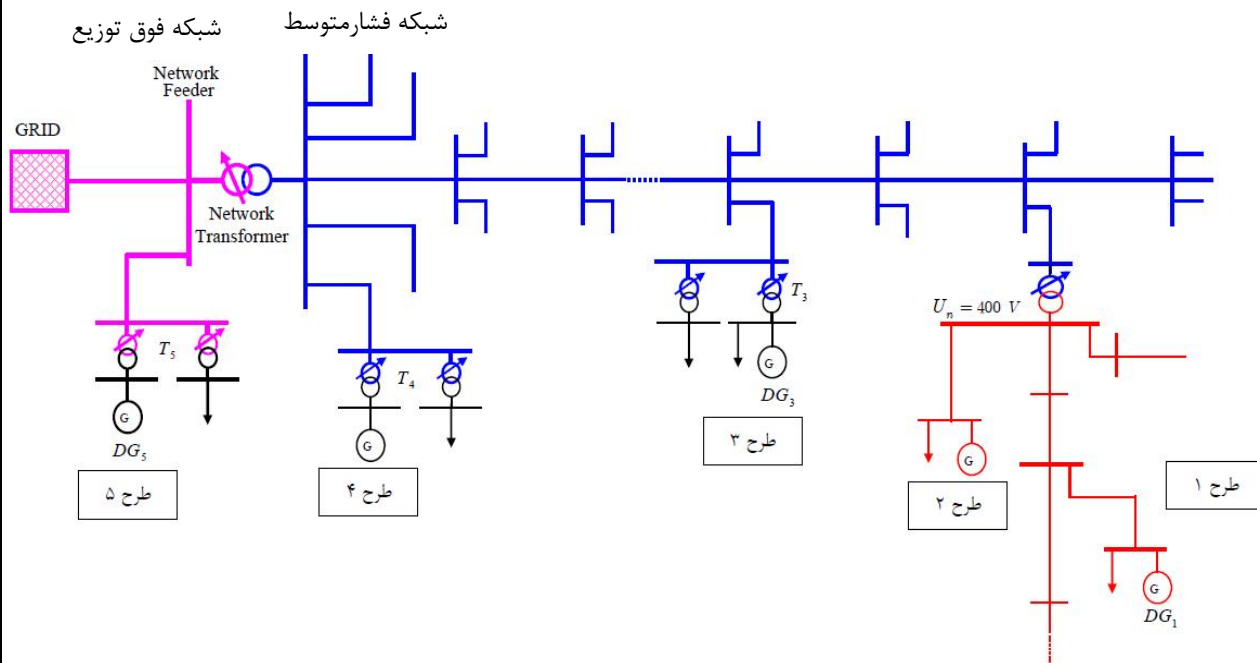
جدول (۲): طرح‌های مجاز برای اتصال  $DG$  به شبکه با توجه به قدرت نامی

کلاس / طرح	۱	۲	۳	۴	۵
۱	*				
۲	*	*			
۳		*	*	*	
۴				*	*
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 نمی‌توان مولدهای کلاس ۲ را از طریق طرح ۵ به شبکه متصل نمود.

باید توجه شود که طرح‌های ارائه شده در جدول ۲، طرح‌های پیشنهادی برای اتصال هر کلاس قدرت می‌باشند و در نهایت نتیجه مطالعات اتصال کوتاه و پخش بار تعیین کننده طرح مناسب برای اتصال مولد پراکنده به شبکه است. به عبارت دیگر، نتایج مطالعات پخش بار و اتصال کوتاه 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 پخش بار و اتصال کوتاه تعیین کننده طرح مناسب برای اتصال مولدهای پراکنده به شبکه خواهد بود.



شکل (۱): طرح‌های اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق

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



**تبصره ۱:** با توجه به طبقه‌بندی صورت گرفته در جدول (۱)، شرکت‌های توزیع نیروی برق مسئولیت اجرای این دستورالعمل و بررسی و تأیید و تصویب درخواست متقاضیان مولدهای مقیاس کوچک کلاسهای ۱، ۲ و ۳ را بر عهده دارند.

**تبصره ۲:** در مولدهای کلاس ۴ که از طریق طرح ۳ به شبکه متصل می‌شوند شرکت‌های توزیع نیروی برق مسئولیت اجرای این دستورالعمل و بررسی و تأیید و تصویب درخواست متقاضیان را برعهده دارند ولی باید به اطلاع برق منطقه‌ای برسد.

**تبصره ۳:** در مورد مولدهای کلاس ۴ با اتصال از طریق طرح ۴، شرکت‌های توزیع نیروی برق مسئولیت اجرای این دستورالعمل و بررسی و تأیید و تصویب درخواست متقاضیان را برعهده دارند، ولی در این مورد باید علاوه بر تأیید طرح توسط شرکت توزیع، شرکت برق منطقه‌ای نیز طرح را تأیید و تصویب کند.

**تبصره ۴:** مسئولیت اجرای این دستورالعمل و بررسی و تأیید و تصویب درخواست متقاضیان برای مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۵، بر عهده شرکت‌های برق منطقه‌ای می‌باشد.

- **نقطه اندازه‌گیری:** نقطه‌ای است که انرژی الکتریکی تولیدی توسط مولدهای مقیاس کوچک، با استفاده از دستگاههای اندازه‌گیری منصوبه اندازه‌گیری شده و تحویل شرکت برق می‌شود.

- **آزمایش‌های اتصال:** آزمایش‌هایی که به منظور تأیید عملکرد مناسب مولدهای مقیاس کوچک، بر روی کلیه تجهیزات مولدهای مقیاس کوچک قبل از اتصال این مولدها به شبکه (بهره‌برداری موازی) انجام می‌شود.

- **آزمایش‌های دوره‌ای:** آزمایش‌هایی که برای اطمینان از عملکرد صحیح تجهیزات مولدهای مقیاس کوچک در دوره‌های زمانی مشخص انجام می‌گیرد.

- **توان منصوبه:** مقدار ظرفیت نامی مولد مقیاس کوچک

- **توان عملی تولید:** مقدار توانی که مولد مقیاس کوچک در شرایط واقعی و محیطی محل نصب می‌تواند تولید کند.

- **توان تزریقی:** حداکثر مقدار توانی است که از سمت مولد مقیاس کوچک به شبکه تزریق می‌شود. این توان بین مالک DG و بهره‌بردار شبکه قابل توافق می‌باشد و حداکثر مقدار آن برابر توان عملی تولید مولد مقیاس کوچک می‌باشد.



- **مشاور متقاضی DG:** شرکت دارای صلاحیتی که سرمایه‌گذار (متقاضی) جهت انجام مطالعات فنی اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه، به شرکت برق معرفی می‌کند.

**تبصره ۵:** تمام متقاضیانی که جهت احداث نیروگاه مقیاس کوچک درخواست می‌دهند، جهت انجام مطالعات فنی مورد نیاز جهت اتصال نیروگاههای مقیاس کوچک به شبکه، باید از یک شرکت مشاور که مورد تأیید شرکت توانیر در زمینه نیروگاههای مقیاس کوچک است، استفاده نمایند. هزینه انجام مطالعات و خدمات ارائه شده توسط این شرکت مشاور بر عهده متقاضی می‌باشد. شرکت توانیر باید یک لیست کوتاه از شرکت‌های مشاور دارای صلاحیت در زمینه مولدهای مقیاس کوچک را در اختیار شرکت‌های برق قرار دهد تا سرمایه‌گذار بتواند شرکت مشاور مناسب را از بین شرکت‌های دارای صلاحیت انتخاب نماید.

**تبصره ۶:** چنانچه خود متقاضی (شخص حقوقی)، از نظر شرکت برق دارای صلاحیت لازم برای انجام مطالعات فنی باشد، نیاز به معرفی شرکت مشاور جداگانه‌ای به عنوان مشاور جهت انجام مطالعات فنی نیست.


- **مشاور شرکت برق:** شرکتی دارای صلاحیتی که شرکت برق 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. صلاحیت این شرکت به عنوان مشاور در زمینه نیروگاههای مقیاس کوچک باید مورد تأیید شرکت توانیر باشد.

- **واحد جلب مشارکت:** برای معرفی موقعیت‌های مناسب احداث مولد مقیاس کوچک، راهنمایی سرمایه‌گذار و حمایت از سرمایه‌گذاری در احداث مولد مقیاس کوچک، واحدهای جلب مشارکت در شرکت توانیر، سازمان توسعه برق ایران، سازمان بهره‌وری انرژی ایران، شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق با اختیارات کافی تشکیل شده‌اند.

- **معرفی نامه:** 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 واحدهای زیربط معرفی می‌شود. مدت اعتبار این معرفی نامه در آن قید می‌شود.

- **موافقت نامه احداث:** سندی است که به موجب آن، مراتب موافقت اصولی وزارت نیرو برای احداث مولد توسط سرمایه‌گذار اعلام می‌شود. این سند عمدتاً برای تدارک مستندات لازم جهت اخذ پروانه احداث، تمهید مراحل اجرایی احداث مولد و انجام بررسی‌های فنی کاربرد دارد.



صفحه : ۸ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
-------------------------	---	--

- 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.

سایر تعاریف منطبق بر دستورالعمل توسعه مولدهای مقیاس کوچک می‌باشد.



## ۵- دستور انجام کار

### ۵-۱- مراحل درخواست نصب مولدهای مقیاس کوچک

مراحل درخواست نصب و اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق به شرح زیر است:

#### مرحله اول: دریافت فرم درخواست توسط سرمایه‌گذار و تکمیل و تحویل آن به شرکت برق

در این مرحله سرمایه‌گذار با توجه به قدرت درخواستی به شرکت برق مراجعه و دستورالعمل اتصال مولدهای مقیاس کوچک به همراه فرم درخواست را دریافت نموده و پس از تکمیل، به شرکت برق تحویل می‌دهد. نمونه‌ای از فرم درخواست در پیوست (الف) آورده شده است.

**تبصره ۱:** مطابق با دستورالعمل "توسعه مولد مقیاس کوچک"، هر شخص حقیقی می‌تواند برای انجام بررسی‌های لازم در خصوص یک ساختگاه معین و یا محدوده خاص، فرم درخواست را تکمیل و به واحد جلب مشارکت ارائه دهد. واحد جلب مشارکت در صورت بررسی و تأیید درخواست متقاضی، حداکثر ظرف مدت دو روز کاری نسبت به صدور معرفی‌نامه اقدام می‌کند.

#### مرحله دوم: بررسی اولیه فرم‌های دریافتی توسط شرکت برق

در این مرحله شرکت برق باید فرم‌های دریافتی را حداکثر طی مدت زمان ۵ روز کاری مورد بررسی قرار داده و نظر خود را اعلام نماید. در صورت ناقص بودن مدارک، سرمایه‌گذار موظف است حداکثر طی مدت ۲۰ روز کاری نواقص را برطرف نموده و به شرکت برق تحویل نماید. شرکت برق حداکثر ۵ روز کاری پس از دریافت کامل اطلاعات فرصت دارد آنها را بررسی و کامل بودن آنها را به سرمایه‌گذار اعلام کند.

در این مرحله با توجه به اطلاعات دریافتی از سرمایه‌گذار، شرکت برق بررسی می‌نماید که آیا امکان اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه در محدوده مورد درخواست سرمایه‌گذار وجود دارد یا خیر. در صورت وجود امکان اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه در محدوده مورد نظر، سرمایه‌گذار می‌تواند برای تهیه گزارش فنی یا گزارش تامین مالی (مستندات لازم جهت اخذ پروانه احداث)، با تکمیل فرم درخواست و ارائه آن به واحد جلب مشارکت، موافقت‌نامه احداث را درخواست کند.

در صورتی که امکان اتصال مولد مقیاس کوچک مورد نظر سرمایه‌گذار در محدوده مورد نظر وجود نداشته باشد، باید با مذاکره با سرمایه‌گذار نسبت به رفع مشکلات طرح تصمیم‌های لازم اتخاذ گردد.




برای حل این مشکل می‌توان پیشنهاد تغییر مکان یا تغییر ظرفیت مولد مقیاس کوچک را با سرمایه‌گذار مطرح نمود.

واحد جلب مشارکت شرکت توزیع نیروی برق، صدور موافقت‌نامه احداث را طبق برنامه زیر انجام می‌دهد:

- برای مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۱، ۲، ۳ و مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۴ که از طریق طرح ۳ به شبکه متصل می‌شوند، در صورت بررسی و تایید درخواست متقاضی، حداکثر ظرف مدت ۵ روز کاری موافقت‌نامه احداث صادر می‌گردد.
- برای مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۴ که از طریق طرح ۴ به شبکه متصل می‌شوند، علاوه بر بررسی درخواست متقاضی توسط شرکت توزیع، شرکت برق منطقه‌ای مربوطه نیز درخواست متقاضی را مورد بررسی قرار می‌دهد و در صورت تأیید درخواست متقاضی توسط شرکت توزیع و شرکت برق منطقه‌ای، حداکثر ظرف مدت ۷ روز کاری موافقت‌نامه احداث توسط شرکت توزیع صادر می‌گردد. در صورت عدم تأیید درخواست متقاضی، راهنمایی‌های لازم برای کسب شرایط اخذ موافقت‌نامه احداث توسط شرکت برق به متقاضی ارائه می‌گردد.
- واحد جلب مشارکت شرکت برق منطقه‌ای، صدور موافقت‌نامه احداث را طبق برنامه زیر انجام می‌دهد:
- برای مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۵ با ظرفیت تا ۱۵ مگاوات که به شینه فشار متوسط پست فوق توزیع متصل می‌شوند، در صورت بررسی و تایید درخواست متقاضی حداکثر ظرف مدت ۵ روز کاری موافقت‌نامه احداث صادر می‌شود.
- برای ظرفیت‌های بالاتر از ۱۵ مگاوات، درخواست سرمایه‌گذار به همراه تمامی مدارک عیناً به کمیته ارزیابی (تعریف شده در دستورالعمل توسعه مولد مقیاس کوچک) ارائه می‌کند و کمیته ارزیابی، در صورت بررسی و تایید درخواست متقاضی، حداکثر ظرف ۷ روز کاری، موافقت‌نامه احداث را صادر و یا راهنمایی‌های لازم را برای کسب شرایط اخذ موافقت‌نامه احداث ارائه می‌کند.

پس از صدور موافقت‌نامه احداث سرمایه‌گذار باید طی دوره اعتبار موافقت‌نامه احداث، گزارش پیشرفت کار را به طور مستمر به واحد جلب مشارکت ارائه کند. اگر در این دوره، موفق به اخذ پروانه احداث نشود، می‌تواند با ارائه دلایل توجیهی، تمدید دوره اعتبار موافقت‌نامه احداث را فقط برای یک بار درخواست کند.

صفحه: ۱۱ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
-------------------------	---	---

### مرحله سوم: ارائه نتایج مطالعات فنی انجام شده توسط مشاور سرمایه‌گذار به شرکت برق

در این مرحله پس از دریافت موافقت‌نامه احداث توسط سرمایه‌گذار، بایستی مطالعات فنی مورد نیاز جهت اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه توسط مشاور سرمایه‌گذار (متقاضی) انجام گیرد. شرکت برق موظف است اطلاعات مورد نیاز جهت انجام مطالعات فنی را ظرف مدت ۱۰ روز پس از درخواست سرمایه‌گذار در اختیار شرکت مشاور اعلام شده توسط سرمایه‌گذار قرار دهد. نتایج این مطالعات باید به صورت مدون در اختیار شرکت برق قرار گیرد. هزینه انجام این مطالعات برعهده سرمایه‌گذار می‌باشد. این مطالعات حسب مورد شامل موارد زیر می‌باشد:

۱. مطالعات فنی (پخش بار، اتصال کوتاه و ...)
  ۲. ملزومات کنترل و مانیتورینگ
  ۳. ملزومات تجهیزات حفاظتی
  ۴. سیستم مخابراتی مناسب برای ایجاد ارتباط و ارسال اطلاعات و دستورات لازم
- نمونه‌ای از اطلاعات مورد نیاز شرکت مشاور انتخاب شده توسط سرمایه‌گذار جهت انجام مطالعات فنی، که باید توسط شرکت برق در اختیار شرکت مشاور قرار بگیرد در پیوست (و) آورده شده است.

### مرحله چهارم: بررسی نتایج مطالعات فنی انجام شده توسط مشاور سرمایه‌گذار، توسط مشاور

#### شرکت برق

در این مرحله، نتایج مطالعات فنی انجام گرفته توسط مشاور سرمایه‌گذار، توسط مشاور شرکت برق مورد بررسی و بازنگری قرار گرفته و نتایج زیر به اطلاع سرمایه‌گذار می‌رسد:

۱. نتایج بررسی مطالعات فنی
۲. نظرات اصلاحی در مورد سیستم حفاظتی پیشنهاد شده
۳. نظرات اصلاحی در مورد ملزومات اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه
۴. نظرات اصلاحی در مورد سیستم مانیتورینگ و سیستم مخابراتی پیشنهاد شده برای ایجاد ارتباط و ارسال اطلاعات

این بررسی‌ها باید مطابق با جدول زمانبندی زیر توسط مشاور شرکت برق انجام شده و نتایج آن به اطلاع متقاضی برسد.



## جدول (۳): جدول زمانبندی بررسی و ارزیابی مطالعات فنی انجام شده توسط مشاور سرمایه‌گذار

تعداد روز کاری مورد نیاز	کلاس مولد مقیاس کوچک
۵ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۱
۷ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۲
۱۰ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۳
۱۵ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۴
۲۰ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۵

با توجه به بررسی‌های فنی انجام گرفته توسط مشاور شرکت برق، ممکن است اتصال مولد مورد درخواست متقاضی به شبکه امکان‌پذیر نباشد. در این صورت باید نتایج مطالعات به سرمایه‌گذار اعلام گردد و راهکارهای مناسب جهت اصلاح طرح، شامل تغییر مکان یا طرح اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه، کاهش ظرفیت مورد درخواست، اصلاح و تقویت شبکه برق محل اتصال و ... بررسی شود.

اگر در مرحله بررسی طرح مشخص شود نیاز به احداث یا تغییر ساختار و تقویت شبکه برق جهت اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه می‌باشد و مطالعات شبکه برق مورد نیاز است، باید هزینه انجام این مطالعات توسط مشاور شرکت برق برآورد و به شرکت برق و سرمایه‌گذار اعلام گردد. هزینه‌های انجام این مطالعات و انجام اصلاحات در شبکه مطابق بند ۵-۲ این دستورالعمل (بخش هزینه‌ها)، بر عهده سرمایه‌گذار یا شرکت برق خواهد بود. مطالعات شبکه برق مطابق جدول زمانبندی زیر انجام خواهد شد:

## جدول (۵): جدول زمانبندی انجام مطالعات شبکه برق

تعداد روز کاری مورد نیاز	کلاس مولد مقیاس کوچک
۵ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۱
۱۰ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۲
۱۵ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۳
۲۰ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۴
۲۵ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۵

بعد از انجام بررسی‌های لازم، در صورت عدم تأیید طرح ارائه شده، مشاور باید نظرات اصلاحی را به سرمایه‌گذار اعلام نماید و پس از انجام اصلاحات، طرح نهایی به شرکت برق ارائه می‌شود. در صورت تأیید نتایج مطالعات فنی توسط شرکت برق، سرمایه‌گذار بایستی طرح نهایی اتصال مولد مقیاس کوچک را به شرکت توزیع ارائه نماید.



### مرحله پنجم: طرح نهایی نحوه اتصال

در این مرحله لازم است سرمایه‌گذار با توجه به نتایج مرحله ۴، طرح نهایی اتصال به شبکه برق را تهیه و به شرکت برق ارسال نماید که شامل موارد زیر می‌باشد:

۱. ارائه برنامه زمانبندی نصب و راه‌اندازی با لحاظ نمودن نظرات و محدودیت‌های شرکت برق
  ۲. ارائه دیاگرام تک‌خطی کامل اتصال مولدهای مقیاس کوچک شامل: ژنراتور، کلیدها، دستگاه‌های اندازه‌گیری و حفاظت، ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری جریان و ولتاژ، سیستم کنترل، مانیتورینگ و اسکادا
  ۳. تعیین تجهیزات مولدهای مقیاس کوچک و تجهیزات جانبی مورد نیاز جهت اتصال این مولدها به شبکه و ارائه مشخصات فنی آنها
- تجهیزات ارائه شده توسط سرمایه‌گذار جهت اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه، باید از لیست تجهیزات مورد تأیید شرکت برق باشد در غیر این صورت شرکت برق جهت تأیید یا عدم تأیید آنها اعلام نظر خواهد نمود. فرم‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای تجهیزات جانبی اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه در پیوست (د) ارائه شده است.

### مرحله ششم: بررسی طرح نهایی

در این مرحله، شرکت برق یا مشاوره که شرکت برق با هزینه خود انتخاب نموده است، باید طی جدول زمانبندی زیر، طرح نهایی نحوه اتصال ارائه شده را مورد بررسی و ارزیابی قرار دهد.

جدول (۴): جدول زمانبندی بررسی و ارزیابی طرح نهایی اتصال

تعداد روز کاری مورد نیاز	کلاس مولد مقیاس کوچک
۵ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۱
۷ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۲
۱۵ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۳
۲۰ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۴
۳۰ روز کاری	مولدهای مقیاس کوچک کلاس ۵



مشخصات طرح اتصال، مشخصات مولد، سیستم زمین، کلیدها و سوئیچها، تجهیزات مونیتورینگ، مشخصات تجهیزات و هماهنگی سیستم حفاظتی، فرآیند تست، نصب و راهاندازی و تستهای دوره‌ای، توسط مشاور و بر اساس دستورالعمل پیوست (ب) و (ج)، بررسی می‌گردد. پس از تایید طرح نهایی، واحد جلب مشارکت راهنمایی‌های لازم را برای تکمیل مستندات و کسب شرایط اخذ پروانه احداث به سرمایه‌گذار ارائه می‌کند.

تبصره ۱: واحد جلب مشارکت شرکت توزیع نیروی برق، درخواست پروانه احداث برای اتصال مولد به سطح ولتاژ فشارضعیف و همچنین برای اتصال مولدهای با ظرفیت کمتر از ۷ مگاوات به فیدر فشار متوسط (طرح ۳) را ظرف مدت دو روز کاری بررسی و در صورت تأیید، پروانه احداث را ظرف دو روز کاری به سرمایه‌گذار تسلیم می‌نماید.

تبصره ۲: واحد جلب مشارکت شرکت برق منطقه‌ای، درخواست پروانه احداث برای مولد با ظرفیت تا ۱۵ مگاوات که مستقیماً و یا از طریق فیدر اختصاصی به شینه فشار متوسط پست فوق توزیع متصل خواهد شد را ظرف مدت دو روز کاری بررسی و در صورت تأیید، پروانه احداث را به سرمایه‌گذار تسلیم می‌نماید.

تبصره ۳: واحد جلب مشارکت، در خواست صدور پروانه احداث برای مولدهای با ظرفیت بالاتر از ۱۵ مگاوات را به کمیته ارزیابی ارسال و مراتب را به سرمایه‌گذار اعلام می‌کند. کمیته ارزیابی موظف است درخواستهای واصله از واحد جلب مشارکت و یا مستقیماً از طریق سرمایه‌گذار را حداکثر ظرف مدت ۱۰ روز کاری بررسی و در صورت تأیید، پروانه احداث را به سرمایه‌گذار تسلیم نماید و در صورت نیاز به هر گونه اقدام اصلاحی مراتب را به سرمایه‌گذار اعلام می‌کند.

### مرحله هفتم: ساخت و احداث

در این مرحله، پس از تأیید طرح توسط شرکت برق و دریافت پروانه احداث، سرمایه‌گذار نسبت به احداث نیروگاه مقیاس کوچک اقدام می‌نماید و چنانچه نیاز باشد شبکه برق اصلاح شود و یا گسترش یابد، پس از برآورد هزینه‌ها و توافق شرکت برق و سرمایه‌گذار و پرداخت هزینه‌های مربوطه، مطابق بند ۲-۵ همین دستورالعمل، این اصلاحات انجام می‌شود و در صورتی که لازم باشد تغییراتی در طرح نهایی صورت گیرد، می‌بایست به تأیید شرکت برق برسد.



سرمایه‌گذار موظف است در طول اجرای پروژه از تجهیزاتی که در طرح نهایی خود ارائه داده و توسط مشاور شرکت برق تأیید شده است، استفاده کند و به جز موارد استثناء مجاز به تغییر آن نمی‌باشد. در صورت تغییر مشخصات تجهیزات در روند اجرا و احداث نیروگاه مقیاس کوچک به هر دلیلی، تغییر به وجود آمده باید حتماً به اطلاع و تأیید شرکت برق برسد، در غیر اینصورت مسئولیت عواقب آن برعهده سرمایه‌گذار می‌باشد. هزینه تغییر تجهیز به درخواست شرکت برق برعهده سرمایه‌گذار می‌باشد. سرمایه‌گذار موظف است بطور مستمر گزارش پیشرفت پروژه احداث مولد را به واحد جلب مشارکت ارائه نماید. در صورت عدم رعایت زمان‌بندی (مواعد کلیدی) احداث مولد، به ویژه عدم اتمام پروژه ظرف مدت اعتبار پروانه احداث، موظف به ارائه دلایل توجیهی به واحد جلب مشارکت می‌باشد، در صورت عدم اتمام پروژه در موعد مقرر و انقضای اعتبار پروانه احداث، واحد جلب مشارکت نسبت به صدور اخطاریه اقدام و چنانچه ظرف مدت شش ماه از نقض اعتبار، کماکان پیشرفت پروژه نامطلوب باشد، مراتب لغو پروانه احداث به سرمایه‌گذار اعلام می‌شود.

### مرحله هشتم: آزمایش و راه‌اندازی

در این مرحله سرمایه‌گذار بعد از نصب نیروگاه مقیاس کوچک، باید امکان بررسی و نظارت بر آزمایش‌های راه‌اندازی مولد و سیستم متصل‌کننده مولد به شبکه را مطابق اعلام شرکت برق برای نماینده آن شرکت فراهم کند. شرکت برق ۵ روز کاری برای مولدهای مقیاس کوچک کلاس‌های ۱ و ۲ و همچنین ۱۰ روز کاری برای مولدهای مقیاس کوچک کلاس‌های ۳، ۴ و ۵ فرصت دارد که امور زیر را انجام دهد:


۱. نظارت بر آزمایش‌های راه‌اندازی

۲. هماهنگی جهت اجرا و نظارت بر انجام آزمایش ضد جزیره‌ای و بررسی و تأیید تنظیمات

#### تجهیزات حفاظتی

این آزمایش‌ها باید توسط یک شرکت مهندسی مورد تأیید شرکت برق و با حضور بهره‌برداران و نمایندگان شرکت برق انجام گیرد. هزینه انجام این آزمایش‌ها بر عهده سرمایه‌گذار می‌باشد. سرمایه‌گذار موظف است نتایج آزمایش‌های صورت گرفته را به صورت مدون در قالب چک لیست‌هایی که به همین منظور توسط شرکت برق تهیه شده است، به نمایندگان شرکت برق ارائه نماید. در پیوست (هـ) آزمایش‌های مربوط به مولدهای مقیاس کوچک ارائه شده است.



صفحه : ۱۶ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

### مرحله نهم: دوره اتصال آزمایشی

پس از اتمام کلیه مراحل آزمایش و راه اندازی، به سرمایه گذار مجوز یک دوره اتصال آزمایشی به شبکه با مدت اعتبار ۶ ماه داده می شود. پس از اطمینان از عدم بروز مشکل در دوره اتصال آزمایشی، مجوز نهایی اتصال صادر می گردد. در پیوست (ح) نمونه ای موافقت نامه دوره اتصال آزمایش ارائه شده است.

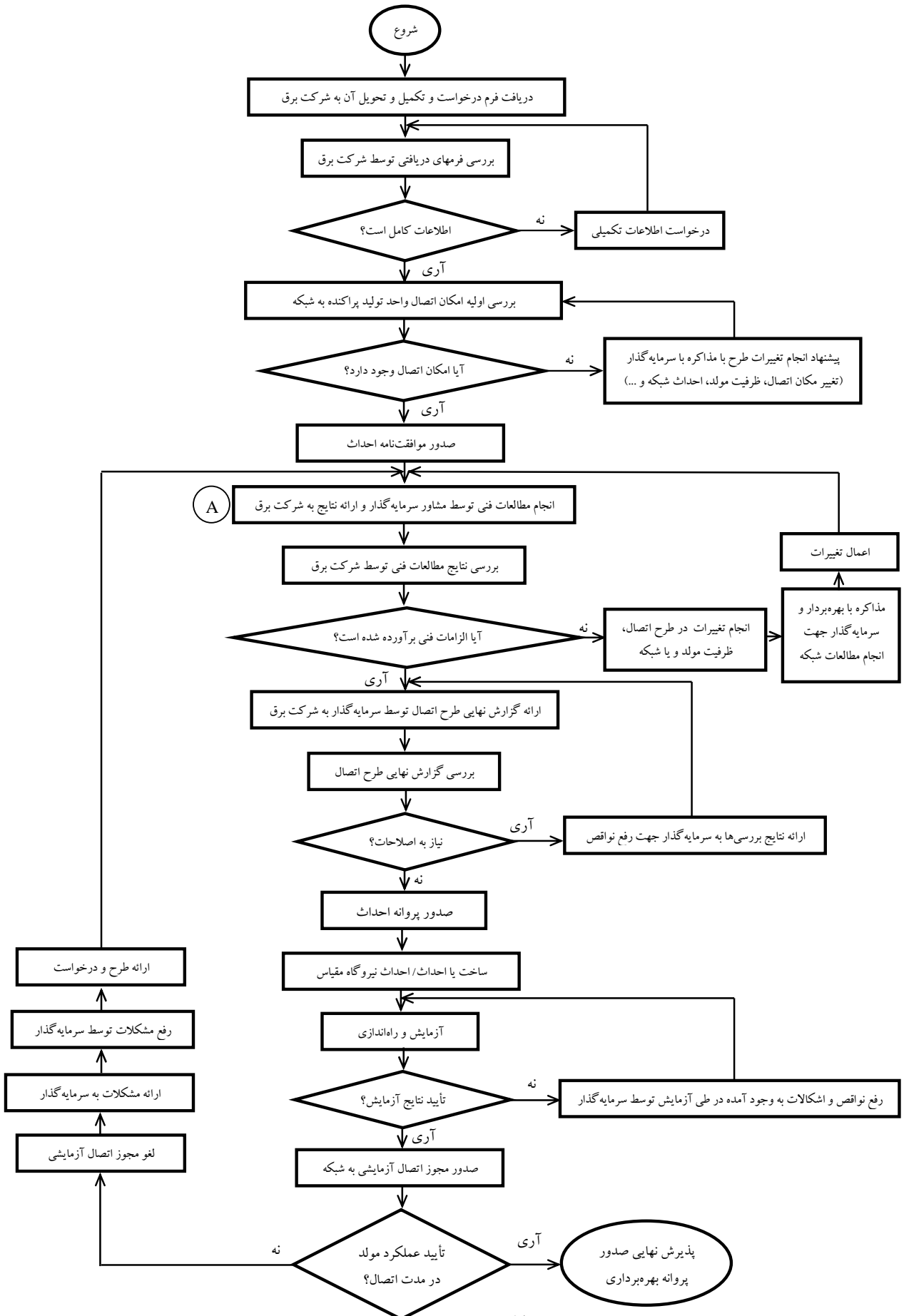
### مرحله دهم: پذیرش نهایی یا لغو مجوز

شرکت برق، پس از طی دوره آزمایشی اتصال مولد پراکنده به شبکه، نتایج اتصال این مولد به شبکه را طبق معیارهای زیر مورد ارزیابی و بررسی قرار می دهد:

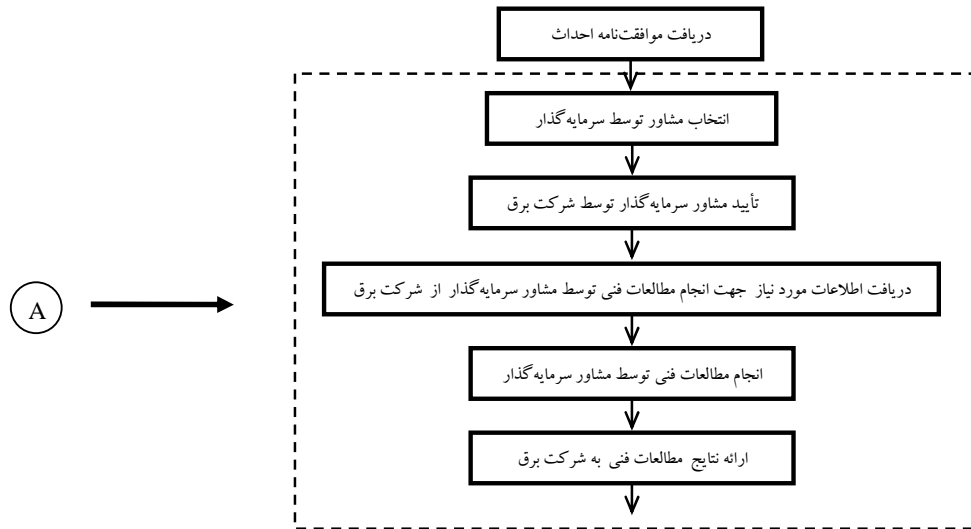
- تأثیر مولد بر تنظیم ولتاژ و پروفیل ولتاژ شبکه در شرایط مختلف بهره برداری
- تأثیر مولد بر جریان اتصال کوتاه
- تأثیر مولد بر کیفیت توان
- تأثیر مولد بر هماهنگی تجهیزات حفاظتی
- تأثیر مولد بر قابلیت اطمینان شبکه

در این مرحله، شرکت برق طی مدت ۱۰ روز کاری، پذیرش نهایی اتصال را توسط نامه رسمی به سرمایه گذار اعلام و یا در صورتی که قصوری متوجه سرمایه گذار باشد با اخطار کتبی احراز عدم رفع مشکل، لغو مجوز اتصال آزمایشی را توسط نامه رسمی با ذکر دلایل مربوطه به اطلاع سرمایه گذار می - رساند. شکل ۲ فلوجارت مراحل فوق را نشان می دهد. در پیوست (ط) و (ی) موافقت نامه پذیرش نهایی و لغو مجوز آورده شده است.

شکل (۲): گردش کار درخواست اتصال مولدهای مقیاس کوچک



شکل ۳، مراحل مربوط به انجام مطالعات فنی توسط مشاور سرمایه‌گذار و ارائه نتایج به شرکت برق را که در شکل ۲ تحت عنوان مرحله (A) نشان داده شده است را نمایش می‌دهد.



شکل (۳): مراحل مربوط به انجام مطالعات فنی توسط مشاور سرمایه‌گذار و ارائه نتایج به شرکت برق



## ۵-۲- هزینه‌ها

۱. در موارد ذیل، پرداخت هزینه مطالعات توسعه و اجرای طرح توسعه شبکه برق بر عهده شرکت برق می‌باشد:
    - مولدهایی که در محل‌های موضوع بند ۷-۳ و ۷-۴ دستورالعمل توسعه مولدهای مقیاس کوچک احداث می‌شوند.
    - مولدهای موضوع تبصره ۳ بند ۶-۱ دستورالعمل مولدهای مقیاس کوچک
    - مولدهای تولید همزمان که برای حرارت بازیافتی آن، مصرف‌کننده کافی در محل وجود داشته باشد.
    - در صورتی که طرح توسعه شبکه برق، نیاز شرکت برق باشد.
  ۲. در صورتی که طرح توسعه شبکه برق، نیاز سرمایه‌گذار باشد، هزینه مطالعات توسعه و اجرای طرح توسعه شبکه برق بر عهده سرمایه‌گذار می‌باشد.
  ۳. بخش‌هایی از شبکه اختصاصی که بعد از نقطه اندازه‌گیری و در طرف شبکه واقع شده‌اند جزئی از شبکه برق نیروی برق محسوب می‌شوند و هزینه بهره‌برداری و نگهداری آن بخش از شبکه نیز بر عهده شرکت برق می‌باشد.
- در هر صورت، مطالعات فنی مورد نیاز جهت اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه باید توسط مشاور سرمایه‌گذار انجام شود و هزینه انجام مطالعات و خدمات ارائه شده توسط این شرکت مشاور بر عهده سرمایه‌گذار می‌باشد. ولی بررسی نتایج مطالعات انجام شده توسط مشاور سرمایه‌گذار و بررسی طرح توسعه شبکه برق بر عهده مشاور شرکت برق می‌باشد و هزینه‌های آن مطابق توضیحات فوق پرداخت خواهد شد.



## ۶- اسناد و مدارک پیوست

۱-۶- پیوست الف:

فرم‌های درخواست اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه‌های برق  
کد: ۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۲-۶- پیوست ب:

شرایط فنی و محدوده پارامترهای شبکه جهت اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه  
کد: ۰۲-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۳-۶- پیوست ج:

مطالعات فنی مورد نیاز جهت اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه  
کد: ۰۳-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۴-۶- پیوست د:

تجهیزات مورد نیاز برای اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق  
کد: ۰۴-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۵-۶- پیوست ه:

آزمایش‌ها  
کد: ۰۵-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۶-۶- پیوست و:

اطلاعات مورد نیاز شرکت مشاور سرمایه‌گذار جهت انجام مطالعات فنی  
کد: ۰۶-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۷-۶- پیوست ز:

استاندارد IEEE std 1547 – 2003  
کد: ۰۷-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۸-۶- پیوست ح:

موافقت‌نامه اتصال آزمایشی مولد مقیاس کوچک  
کد: ۰۸-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۹-۶- پیوست ط:

موافقت‌نامه نهایی اتصال مولد مقیاس کوچک  
کد: ۰۹-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

۱۰-۶- پیوست ی:

لغو مجوز اتصال آزمایشی مولد مقیاس کوچک  
کد: ۱۰-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

### ۱-۶- پیوست الف:

فرم‌های درخواست اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه‌های توزیع      کد: ۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

فرم شماره ۱: این فرم در زمان مراجعه سرمایه‌گذار به شرکت برق جهت دریافت معرفی‌نامه و موافقت-  
 نامه احداث در اختیار سرمایه‌گذار قرار داده می‌شود.

#### - مشخصات سرمایه‌گذار:

شخص سرمایه‌گذار (متقاضی حقیقی)
نام: ..... نام خانوادگی: .....
شرکت سرمایه‌گذار (متقاضی حقوقی)
نام شرکت: .....
مشخصات نماینده شرکت
نام: ..... نام خانوادگی: .....
شهر (منطقه) نصب مورد درخواست
آدرس، تلفن و پست الکترونیکی سرمایه‌گذار:
آدرس محل نصب پیشنهادی به انضمام کروکی و مختصات جغرافیایی (GIS):



### - نحوه مالکیت سرمایه‌گذار بر نیروگاه تولید پراکنده

مالک نیروگاه  سهامدار نیروگاه  اجاره‌کننده نیروگاه  سایر موارد  -----

### - ظرفیت نیروگاه مقیاس کوچک مورد درخواست

- توان اکتیو نامی نیروگاه ( $kW$ ): .....
- توان ظاهری نیروگاه ( $kVA$ ): .....
- تعداد واحدهای مورد درخواست: .....
- ظرفیت هر یک از واحدها:<sup>۱</sup>
  - توان اکتیو هر یک از واحدها ( $kW$ ): .....
  - توان ظاهری هر یک از واحدها ( $kVA$ ): .....

### - هدف اولیه از ساخت نیروگاه تولید پراکنده

- برای مولدهای با قدرت نامی زیر ۲۰ کیلووات (کلاس ۱)
    - تامین مصرف داخلی توان
    - فروش تجاری توان به شبکه برق
  - برای مولدهای با قدرت نامی بالای ۲۰ کیلووات (کلاس ۲، ۳، ۴ و ۵)
    - فروش تجاری توان
    - تامین مصرف داخلی توان
- در صورت انتخاب این گزینه، نحوه بهره‌برداری از نیروگاه پراکنده به چه صورت خواهد بود:
- برش پیک بار و مدیریت تقاضا
  - تأمین توان اولیه و بار پایه
  - تولید همزمان انرژی الکتریکی و گرما
  - استفاده از آن به عنوان رزرو آماده، پشتیبان و مصارف اضطراری
  - سایر موارد (نام ببرید) -----

<sup>۱</sup> در صورتی که هر یک از واحدها با هم متفاوت هستند این قسمت برای تک تک واحدها تکمیل گردد.



## - تخمین میزان مصرف، تولید و خرید برق

- a- مصرف انرژی برق پیش‌بینی شده سالانه متقاضی ----- ( $kWh/yr$ )
- b- تولید انرژی برق پیش‌بینی شده سالانه توسط مولد مقیاس کوچک ----- ( $kWh/yr$ )
- c- خرید انرژی برق پیش‌بینی شده سالانه ( $a - b$ ) ----- ( $kWh/yr$ )
- d- سقف توان مصرفی پیش‌بینی شده متقاضی ----- ( $kW$ )
- e- سقف تولید توان برق پیش‌بینی شده توسط مولد مقیاس کوچک ----- ( $kW$ )
- f- مابه‌التفاوت توان برق دریافتی از شبکه ( $d - e$ ) ----- ( $kW$ )

## - مشخصات ژنراتور

- مولدهای زیر ۲۰ کیلووات (کلاس ۱)

- نام سازنده:
- نوع ژنراتور و نحوه اتصال به شبکه:
- ژنراتور سنکرون       ژنراتور آسنکرون       اینورتر
- تکفاز       سه‌فاز
- توان اکتیو نامی ( $kW$ ):
- توان ظاهری نامی ( $kVA$ ):
- ولتاژ نامی ( $V$ ):

- مولدهای بالای ۲۰ کیلووات (کلاس ۲، ۳، ۴ و ۵)<sup>۱</sup>

- نام سازنده:
- نوع ژنراتور (تکفاز- سه‌فاز):
- نحوه اتصال به شبکه:
- نوع محرک اولیه:
- ژنراتور سنکرون       ژنراتور آسنکرون       اینورتر
- گاز طبیعی       بخار       باد
- فتوولتائیک       زیست توده       سایر انواع -----

<sup>۱</sup> در صورت استفاده از دو یا چند ژنراتور با مشخصات متفاوت این فرم باید برای هر ژنراتور جداگانه تکمیل گردد.





شرکت توانیر

دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک

صفحه: ۲۴

ویرایش: دوم

○ مقادیر نامی:

• توان اکتیو نامی ( $kW$ ):

• توان ظاهری نامی ( $kVA$ ):

• ولتاژ نامی ( $V$ ):

• جریان نامی ( $A$ ):

• ضریب قدرت نامی ( $\cos\phi$ ):

○ بازه تغییرات ضریب قدرت: پس فاز: ..... پیش فاز: .....

- نوع بهره‌برداری مولد مقیاس کوچک (برای مولدهای کلاس ۲، ۳، ۴ و ۵)

بهره‌برداری به صورت موازی با شبکه

بهره‌برداری موازی کوتاه مدت با شبکه

بهره‌برداری به صورت ایزوله از شبکه

- نحوه بهره‌برداری

تزریق توان تولیدی به شبکه ← حداکثر توان صادر شونده به شبکه ( $kW$ ) -----

عدم تزریق توان به شبکه

نیاز به تزریق توان به شبکه نیست و مقدار بار در محل تولید همیشه بیشتر از ۱۵۰٪ تولید است.

- آیا برای اتصال مولد به شبکه برق نیاز به ترانسفورماتور اختصاصی است؟

بله  خیر

این قسمت توسط شرکت برق تکمیل گردد.

- کلاس قدرت و طرح اتصال پیشنهادی برای اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه:

کلاس ۱  کلاس ۲  کلاس ۳  کلاس ۴  کلاس ۵

طرح ۱  طرح ۲  طرح ۳  طرح ۴  طرح ۵

### فرم شماره ۲

این فرم بعد از صدور موافقت‌نامه احداث توسط شرکت برق برای سرمایه‌گذار در اختیار سرمایه‌گذار قرار داده می‌شود تا مشاور خود را برای انجام مطالعات فنی به شرکت برق معرفی نماید.

- مشخصات مهندس مشاور (برای مولدهای کلاس ۲، ۳، ۴ و ۵)

مشخصات شرکت
نام شرکت: .....
مشخصات مدیر عامل
نام: ..... نام خانوادگی: .....
آدرس شرکت
آدرس: .....
تلفن و پست الکترونیکی
تلفن تماس: ..... پست الکترونیکی: .....
خلاصه‌ای از فعالیت‌ها و رزومه شرکت مشاور



### فرم شماره ۳

اطلاعات زیر بعد از انجام مطالعات فنی توسط مشاور سرمایه‌گذار و در هنگام ارائه نتایج مطالعات باید در اختیار شرکت برق قرار گیرد.

#### - زمان تخمین‌زده شده برای اتصال به شبکه

- دوره زمانی طراحی:  
شروع: ..... خاتمه: .....
- دوره زمانی ساخت:  
شروع: ..... خاتمه: .....
- دوره زمانی نصب و راه‌اندازی:  
شروع: ..... خاتمه: .....
- زمان تخمین‌زده شده برای اتصال و شروع بهره‌برداری:  
شروع: ..... خاتمه: .....

#### - مشخصات نامی نقطه اندازه‌گیری (PCC)

سطح اتصال کوتاه ( $kVA$ ) (مطابق استعلام از شرکت برق):

ولتاژ نامی (V):

سیستم تغذیه:  تکفاز  سه‌فاز



- مشخصات تکمیلی هر یک از ژنراتورها و موتورها و توربین‌های مورد استفاده در نیروگاه مقیاس کوچک<sup>۱</sup>

○ این قسمت برای ژنراتورهای سنکرون تکمیل گردد (کلاس ۲، ۳، ۴ و ۵):

• نوع سیم‌بندی سیم‌پیچ‌های ژنراتور:

□ ۳سیمه مثلث □ ۳سیمه ستاره □ ۴سیمه ستاره

• سیستم زمین مورد استفاده:

□ زمین نشده □ زمین شده مستقیم □ زمین شده با امپدانس ..... اهم

• ثابت (ممان) اینرسی ژنراتور (H): -----

• ثابت (ممان) اینرسی کل gen-set (H): -----

• ولتاژ تحریک: ----- ولت

• جریان تحریک: ----- آمپر

• راکتانس سنکرون ( $X_d$ ): ----- %

• راکتانس گذرا ( $X'_d$ ): ----- %

• راکتانس زیرگذر ( $X''_d$ ): ----- %

• راکتانس مؤلفه صفر ( $X_0$ ): ----- %

• راکتانس مؤلفه منفی ( $X_1$ ): ----- %

○ این قسمت برای ژنراتورهای آسنکرون تکمیل گردد:

• نوع سیم‌بندی سیم‌پیچ‌های ژنراتور:

□ ۳سیمه مثلث □ ۳سیمه ستاره □ ۴سیمه ستاره

• سیستم زمین مورد استفاده:

□ زمین نشده □ زمین شده مستقیم □ زمین شده با امپدانس ..... اهم

□ سایر موارد: .....

<sup>۱</sup> در صورت استفاده از چندین ژنراتور در نیروگاه مقیاس کوچک این قسمت برای هر ژنراتور باید جداگانه تکمیل گردد.



- ثابت (ممان) اینرسی ( $H$ ): -----
- ثابت (ممان) اینرسی کل gen-set ( $H$ ): -----
- جریان روتور قفل شده: ----- آمپر
- مقاومت ناشی ژنراتور ( $R_s$ ): ----- %
- مقاومت روتور ( $R_r$ ): ----- %
- مقاومت ناشی ژنراتور ( $R_l$ ): ----- %
- راکتانس استاتور ( $X_s$ ): ----- %
- راکتانس روتور ( $X_r$ ): ----- %
- راکتانس مغناطیس‌کنندگی ( $X_m$ ): ----- %
- راکتانس اتصال کوتاه ( $X_d$ ): ----- %

○ این قسمت برای مولدهای مقیاس کوچک با اتصال به شبکه از طریق اینورتر تکمیل گردد:

- شرکت سازنده:
- شماره مدل:
- مقادیر نامی:
- نوع اینورتر:  اینورتر خطی  اینورتر خود تغییر<sup>۱</sup>

○ این قسمت برای مولدهای مقیاس کوچکی که از موتور گازسوز به عنوان محرک اولیه استفاده می‌کنند، تکمیل گردد.

(مشخصات موتور گازسوز)

- شرکت سازنده:
- شماره مدل:
- تعداد سیلندر:
- قدرت موتور در حالت دائم کار ( $kW$ ):
- دور نامی ( $rpm$ ):

<sup>1</sup> self commutated inverter

• نوع موتور:  standby  prime

• ثابت اینرسی (H): -----

○ این قسمت برای مولدهای مقیاس کوچکی که از توربین گازی به عنوان محرک اولیه استفاده می‌کنند، تکمیل گردد.

**(مشخصات توربین گاز)**

• شرکت سازنده:

• شماره مدل:

• قدرت نامی (kW):

• دور نامی (rpm):

• نوع توربین:  دارای چرخه reheat  بدون چرخه reheat

- ثابت اینرسی (H): -----

- اطلاعات تکمیلی که باید توسط سرمایه‌گذار ارائه گردد.

- دیاگرام تک خطی از سیستم اتصال

- شماتیک سیستم کنترل و حفاظت

- نقشه سایت: نشان‌دهنده تجهیزات اصلی، وسایل اندازه‌گیری الکتریکی، موقعیت مولد مقیاس

کوچک، تجهیزات رابط، موقعیت کلیدهای قطع و ....

- سهم جریان اتصال کوتاه مولد مقیاس کوچک در PCC (برای مولدهای کلاس ۲، ۳، ۴ و ۵)

- اتصال کوتاه تکفاز به زمین ----- آمپر


- اتصال کوتاه سه‌فاز متقارن ----- آمپر

- اتصال کوتاه سه‌فاز نامتقارن ----- آمپر

- قدرت قطع اتصال کوتاه تجهیزات قطع‌کننده مولد از شبکه در PCC (برای مولدهای کلاس ۲، ۳، ۴ و ۵)

- ----- آمپر (متقارن)

- ----- آمپر (نامتقارن)

صفحه : ۳۰ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	--

- آیا برای راه اندازی تجهیزات تولید پراکنده، نیاز به شبکه برق می باشد؟

بله  خیر

اگر بله، برآورد جریان هجومی چند آمپر است؟ ----- آمپر

- در صورت نیاز به ترانسفورماتور اختصاصی جهت اتصال مولد به شبکه برق مشخصات زیر را

تکمیل نمایید<sup>۱</sup>؟

- ظرفیت نامی ( $kVA$ ): .....
- ولتاژ اولیه ( $V$ ): .....
- ولتاژ ثانویه ( $V$ ): .....
- امپدانس درصد: .....
- نوع اتصال و گروه برداری ترانسفورماتور: .....
- تعداد ترانسفورماتورها: .....
- نحوه زمین کردن نقطه نوترال ترانسفورماتور:
- زمین نشده  زمین شده مستقیم  زمین شده با امپدانس ..... اهم
- سایر موارد (نام ببرید): .....

<sup>۱</sup> در صورت استفاده از چند ترانسفورماتور جهت اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه، برای هر یک از ترانسفورماتورها این قسمت باید جداگانه تکمیل گردد.

### فرم شماره ۴

این فرم بعد از انجام مطالعات توسط مشاور سرمایه‌گذار و ارائه نتایج مطالعات به شرکت برق و تأیید آنها توسط شرکت برق، به منظور دریافت پروانه احداث در اختیار سرمایه‌گذار قرار داده می‌شود.

#### - مشخصات پیمانکار (احداث یا نصب یا راه‌اندازی) (در صورت قطعی شدن طرح)


مشخصات شرکت پیمانکار <sup>۱</sup>	
نام شرکت: .....	
نوع فعالیت پیمانکار: .....	
مشخصات مدیر عامل	
نام: .....	نام خانوادگی: .....
آدرس شرکت	
آدرس: .....	
تلفن و پست الکترونیکی	
تلفن تماس: ..... پست الکترونیکی: .....	
رزومه و خلاصه‌ای از فعالیت‌های مرتبط با موضوع تولید پراکنده	

<sup>۱</sup> در صورتی که شرکتهای پیمانکار مربوط به احداث، نصب و راه‌اندازی متفاوت باشند این فرم باید برای همه آنها تکمیل گردد.



- اطلاعات بهره‌بردار و نگهداری (در صورت قطعی شدن طرح)

مشخصات شرکت تعمیر و نگهداری	
نام شرکت: .....	
مشخصات مدیر عامل	
نام: .....	نام خانوادگی: .....
آدرس شرکت	
آدرس: .....	
تلفن و پست الکترونیکی	
تلفن تماس: .....	پست الکترونیکی: .....
مشخصات شرکت بهره‌بردار	
نام شرکت بهره‌بردار: .....	
مشخصات مهندس بهره‌بردار	
نام: .....	نام خانوادگی: .....
آدرس، تلفن و پست الکترونیکی شرکت بهره‌بردار و مهندس بهره‌بردار	
رزومه و خلاصه‌ای از فعالیت‌های مرتبط با موضوع تولید پراکنده	

صفحه: ۳۳ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
-------------------------	---	---

## ۲-۶- پیوست ب:

### مطالعات فنی اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه

کد: ۰۲-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

به منظور بررسی تأثیر اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق، حداقل مطالعات فنی که باید انجام گیرد، به شرح زیر می‌باشد:

#### ۱-۲-۶- مطالعات پخش بار در حالت عادی و اضطراری

مطالعات پخش بار، یکی از مطالعات پایه برای تعیین الزامات اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق می‌باشد. وظیفه انجام این مطالعات بر عهده مشاور است که سرمایه‌گذار انتخاب می‌کند و مورد تأیید شرکت برق می‌باشد و هزینه انجام این مطالعات نیز بر عهده سرمایه‌گذار است.


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

در مطالعات پخش بار، موارد زیر در انجام مطالعات بسیار تأثیرگذار است و باید توسط مشاور در نظر گرفته شود:

- میزان توان تزریقی از جانب مولد مقیاس کوچک به شبکه
- فاصله نصب مولد مقیاس کوچک از پست فوق توزیع بالادست
- ولتاژ تنظیم شده در پست فوق توزیع بالادست
- نوع و سائز هادی متصل کننده مولد مقیاس کوچک به شبکه
- خود تأمین بودن یا نبودن مولد مقیاس کوچک و میزان مصرف داخلی
- حداکثر و حداقل بار سالانه فیدری که مولد مقیاس کوچک به آن متصل می‌شود.


نتایج حاصل از تحلیل پخش بار بر روی یک فیدر، پارامترهای زیر را به صورت تک فاز یا سه فاز در اختیار بهره‌بردار شبکه قرار می‌دهد، که برای تصمیم‌گیری در مورد اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه بسیار مهم می‌باشند:

صفحه : ۳۴ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	--

- اندازه و زاویه ولتاژ در همه شین‌ها و پروفیل ولتاژ در نقاط مختلف فیدر
- شارش جریان و توان در هر نقطه از فیدر
- میزان تلفات در هر فیدر
- میزان توان ورودی کل فیدر
- میزان توان (کیلووات و کیلووار) در هر یک از باس‌ها بر حسب مدل تعیین شده برای بار مورد نظر (بارهای توان، جریان و امپدانس ثابت)

اطلاعات مورد نیاز جهت انجام مطالعات پخش بار شامل موارد زیر است:

- اطلاعات استاتیک شبکه
  - مشخصات فنی تجهیزات، ترانسفورماتورها، خطوط شبکه و ...
  - فاصله نصب مولد مقیاس کوچک از پست با استفاده از اطلاعات GIS
  - فاصله بارهای مختلف روی فیدر از پست با استفاده از اطلاعات GIS
  - حالات مانوری مختلف بر روی فیدر
- اطلاعات دینامیک شبکه
  - حداقل و حداکثر بار سالانه فیدر محل اتصال مولد مقیاس کوچک و حداقل و حداکثر میزان مصرف بارهای روی فیدر
  - انتخاب تپ ترانسفورماتورها و تنظیم ولتاژ پست
  - جبرانسازی توان راکتیو
  - مشخص کردن مدل بارها (توان ثابت، جریان ثابت، امپدانس ثابت)
- اطلاعات مربوط به ظرفیت مولد مقیاس کوچک و توان اکتیو و راکتیو تزریقی به شبکه در مطالعات پخش بار، در حالت بهره‌برداری موازی مولدهای مقیاس کوچک با شبکه، این مولدها به صورت یک بار منفی (تزریق توان به شبکه) با ضریب توان ثابت مدلسازی می‌شوند.
- در مطالعات پخش بار، مهمترین موردی که بررسی می‌گردد، پروفیل ولتاژ در طول فیدر است. ورود و خروج DG 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 پخش بار بایستی در نظر گرفته شود:
- شبکه در وضعیت کم‌باری و با حضور مولد مقیاس کوچک (افزایش ولتاژ)

صفحه : ۳۵ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

- شبکه در وضعیت پرباری و بدون حضور مولد مقیاس کوچک (کاهش ولتاژ) در صورتی که امکان مانور بر روی فیدر محل اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه وجود داشته باشد، مطالعات پخش بار باید در سناریوهای مختلف (کم باری و پرباری شبکه، حضور و عدم حضور مولد مقیاس کوچک) و به ازای مانورهای مختلف بر روی فیدر انجام شود.

در مواردی که امکان اتصال نیروگاه مقیاس کوچک 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 پخش بار در یک شبکه دارای تولید پراکنده، محدوده شبکه مورد مطالعه (خلاصه سازی شبکه) معمولاً تا یک سطح ولتاژ بالاتر از ولتاژ نقطه اتصال PCC می باشد. در انجام مطالعات پخش بار، اثر خازن ها و منابع راکتیو موجود و نیز ترانسفورماتورهای دارای تپ چنجر باید مد نظر قرار گیرد.

#### ۶-۲-۲- مطالعات اتصال کوتاه

یکی از مطالعات فنی مهم که به عنوان پیش شرط اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق مطرح است، مطالعات اتصال کوتاه می باشد. نتایج حاصل از این مطالعات در موارد زیر کاربرد دارد:

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


برخی از اطلاعات مورد نیاز جهت انجام مطالعات اتصال کوتاه که مشاور باید در اختیار داشته باشد، عبارت است از:

- مشخصات فنی تجهیزات، ترانسفورماتورها، خطوط شبکه و ...
- مشخصات تجهیزات قطع کننده و قدرت قطع آنها و سطح اتصال کوتاه شبکه
- فاصله نصب مولد مقیاس کوچک از پست با استفاده از اطلاعات GIS
- حالات مانوری مختلف بر روی فیدر و ...
- مقدار تپ ترانسفورماتورها
- اطلاعات مربوط به ظرفیت و مشخصات فنی مولد مقیاس کوچک و تجهیزات کنترل و حفاظت آن



عواملی که در میزان تأثیرگذاری مولد مقیاس کوچک بر سطح اتصال کوتاه شبکه و نتایج مطالعات اتصال کوتاه نقش بسزایی دارند و بایستی توسط مشاور حتماً در نظر گرفته شوند، عبارتند از:

- میزان قدرت منصوبه مولد مقیاس کوچک
  - سطح اتصال کوتاه 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 مولد مقیاس کوچک از پست
  - نوع هادی متصل کننده مولد مقیاس کوچک به شبکه
  - انتخاب سیستم زمین
- برای انجام محاسبات اتصال کوتاه در یک شبکه دارای تولید پراکنده، محدوده شبکه مورد مطالعه (خلاصه‌سازی شبکه) معمولاً تا یک سطح ولتاژ بالاتر از ولتاژ نقطه اتصال PCC می‌باشد.
- یکی از موارد بسیار مهمی که مطالعات اتصال کوتاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد نحوه اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه است. این امر پارامترهای زیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد:
- میزان و نحوه مشارکت منابع تولید پراکنده در جریان اتصال کوتاه
  - آشکارسازی و پاکسازی خطا در شبکه (مخصوصاً خطاهای تکفاز)
- نوع سیم‌بندی ترانسفورماتور متصل کننده مولد مقیاس کوچک به شبکه و سیستم زمین طراحی شده برای منابع تولید پراکنده به شدت نتایج مطالعات اتصال کوتاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
- در انجام مطالعات اتصال کوتاه موارد زیر باید در نظر گرفته شود:
- سناریوهای مختلف بهره‌برداری
  - حضور و عدم حضور مولدهای پراکنده در شبکه
  - انواع مختلف خطا
  - بروز خطای تکفاز
  - بروز خطای سه‌فاز
  - نقاط مختلف بروز خطا در شبکه (خطای تک‌فاز و سه‌فاز)
  - بروز خطا در شبکه پایین دست مولد مقیاس کوچک
  - بروز خطا در شبکه بالادست مولد مقیاس کوچک
  - بروز خطا در داخل نیروگاه تولید پراکنده

صفحه : ۳۷ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	--

- بروز خطا در فیدرهای مجاور
- در صورتی که امکان انجام مانور در فیدر محل اتصال مولد مقیاس کوچک وجود دارد، مطالعات اتصال کوتاه باید به ازای مانورهای مختلف انجام شود.


### ۶-۲-۳- 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
  - 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 ماندگار عملکرد مولد مقیاس کوچک، 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 ژنراتور و سطح اتصال کوتاه نقطه اتصال مشترک PCC بستگی دارد.

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 متصل کننده مولد مقیاس کوچک به شبکه
- طراحی سیستم زمین نیروگاه مقیاس کوچک
- در نظر گرفتن احتمال وقوع فرورزنانس

صفحه : ۳۸ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

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. برخی از پدیده‌های کیفیت توان شبکه که بر عملکرد منابع تولید پراکنده تأثیر می‌گذارند عبارتند از:

- هارمونیک‌های ولتاژ و جریان شبکه
- عدم تعادل ولتاژ شبکه و جریان مولد مقیاس کوچک
- نوسانات ولتاژ شبکه

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

طریقه اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه (اتصال به صورت مستقیم یا از طریق ترانسفورماتور و نوع سیم‌بندی ترانسفورماتور متصل‌کننده) و همچنین نوع سیستم اتصال به شبکه (از طریق کابل یا سیم هوایی) تأثیر زیادی بر ایجاد فرورزناس در شبکه خواهد داشت که به شدت کیفیت توان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، قبل از اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه بایستی احتمال ایجاد فرورزناس به دقت بررسی شود.

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

#### ۴-۲-۶- مطالعات هماهنگی حفاظتی

مطالعات هماهنگی حفاظتی یکی از اساسی‌ترین مطالعاتی است که باید قبل از اتصال مولد به شبکه انجام گیرد. افزایش سطح نفوذ مولدهای مقیاس کوچک در شبکه برق بسته به قدرت نامی مولد و ویژگی‌های شبکه، ممکن است هماهنگی حفاظتی رله‌های موجود در شبکه را مختل نماید. محدوده انجام مطالعات هماهنگی حفاظتی به ظرفیت و نوع مولد از نظر میزان مشارکت در تزریق جریان اتصال کوتاه و همچنین سطح اتصال کوتاه شبکه، بستگی دارد.



مطالعات هماهنگی حفاظتی باید در سناریوهای مختلف انجام شود تا همه شرایط مختلف کارکرد مولدهای مقیاس کوچک را تحت پوشش قرار دهد. این سناریوها باید شرایط مختلف بهره‌برداری (حضور و عدم حضور مولد مقیاس کوچک)، نقاط مختلف بروز خطا، تنظیمات مختلف تحریک ژنراتور و روش‌های کنترل آن (ضریب قدرت ثابت، توان اکتیو ثابت و ولتاژ ثابت) و همچنین انواع مختلف خطا را شامل شود.

هنگامی که در یک شبکه حاوی مولدهای مقیاس کوچک خطا اتفاق بیفتد، جریان خطا از دو طریق شبکه سراسری و مولدهای مقیاس کوچک تامین می‌شود. مقدار مشارکت هر کدام از این دو منبع بستگی به توپولوژی شبکه، امپدانس شبکه و اندازه واحدهای مقیاس کوچک دارد. اتصال  $DG$  به شبکه موجب دو دسته‌ی کلی از مشکلات حفاظتی می‌شود: مشکلات تشخیص خطا<sup>۱</sup> و مشکلات عملکرد گزینشی<sup>۲</sup>. حضور  $DG$  باعث کاهش جریان شبکه و در نتیجه تاخیر در عملکرد و یا حتی عدم تشخیص خطا توسط تجهیزات مختلف حفاظتی می‌شود. به این پدیده کاهش حساسیت یا کور شدن حفاظت<sup>۳</sup> می‌گویند. عملکرد غیرگزینشی به عملکرد نابجای تجهیزات حفاظتی یا به عبارت دیگر عدم رعایت توالی عملکرد صحیح آنها می‌گویند. اتصال  $DG$  می‌تواند جریان خطا را از محدوده‌ای که تجهیزات مختلف حفاظتی در آن هماهنگ عمل می‌نمایند خارج کند یا باعث ناهمگونی جریان‌های تجهیزات مختلف شود و یا به دلیل دوطرفه شدن جریان خطا باعث تریپ اشتباه  $DG$  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 مولدهای مقیاس کوچک 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

1- Fault detection problems

2- Selectivity problems

3- Blinding of protection



صفحه : ۴۰ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

- بازبست غیرسنکرون یا خارج از فاز<sup>۱</sup>

بعد از نصب مولدهای مقیاس کوچک موارد زیر باید مورد بررسی قرار گیرد:

۱- هماهنگی رله‌های اضافه جریان فاز از پایین‌ترین سطح یعنی ژنراتور، تا یک سطح ولتاژ بالاتر از

نقطه اتصال DG به شبکه

۲- هماهنگی رله‌های اضافه جریان زمین

۳- هماهنگی رله‌های ولتاژی و فرکانسی در سطوح مختلف حفاظتی از ژنراتور تا یک سطح ولتاژ

بالاتر از مکان اتصال DG به شبکه

۴- هماهنگی حفاظتی بین رله‌های حفاظتی خارج‌کننده DG از شبکه با ریکلوزرها (بازبست

خودکار)

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

DG

۸- بررسی هماهنگی حفاظتی رله‌های موجود در شبکه بعد از اتصال DG به شبکه تا یک سطح

ولتاژ بالاتر از مکان اتصال DG به شبکه

۹- در صورتی که امکان انجام مانور در فیدرهای مختلف وجود دارد که امکان اتصال DG به پست

فوق توزیع را از چند مسیر می‌سازد، مطالعات هماهنگی حفاظتی باید به ازای مانورهای

ممکن، انجام شود.

۱۰- هماهنگی رله‌های جهتدار مورد استفاده در شبکه بعد از حضور مولدهای مقیاس کوچک در

شبکه، به ازای خطاهای مختلف باید مورد بررسی قرار گیرد تا عملکرد مناسبی را داشته

باشند.


#### ۵-۲-۶- مطالعات سیستم زمین

"طرح سیستم زمین اتصال مولدهای مقیاس کوچک 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."

<sup>1</sup>- Out of phase

صفحه : ۴۱ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	--


چگونگی ارتباط بین سیستم زمین ژنراتور، ترانسفورماتور و شبکه، با توجه به نوع اتصال سیم‌پیچ-های ترانسفورماتور متصل‌کننده مولد به شبکه برق، تأثیر مهمی در رفتار شبکه در هنگام وقوع انواع خطاهای اتصال کوتاه 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 مولد مقیاس کوچک به شبکه برق صورت گیرد.

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

۱- سیستم زمین نیروگاههای مقیاس کوچک باید به گونه‌ای طراحی شود که قبل از تشخیص وقوع جزیره‌ناخواسته 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 مقیاس کوچک دیده شود و باعث خروج DG از مدار گردد.

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

صفحه : ۴۲ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

### ۳-۶- پیوست ج:

شرایط فنی و محدوده پارامترهای شبکه جهت اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق

کد: ۰۳-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

مواردی که باید هنگام اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق مورد بررسی قرار گیرند، عبارتند از:

### ۳-۶-۱- تنظیم ولتاژ

مولدهای مقیاس کوچک ممکن است باعث افزایش ولتاژ یا کاهش ولتاژ در شبکه شوند. به هر صورت در مدار آمدن و خارج شدن از مدار مولدهای مقیاس کوچک نباید باعث انحراف ولتاژ مصرف-کنندگان، بیش از حد مجاز شود.

از آنجایی که منابع تولید پراکنده در هنگام بهره‌برداری موازی با شبکه مجاز به تنظیم ولتاژ فعال در باسهای شبکه نیستند، بنابراین، بهره‌برداری از این منابع در حالت موازی با شبکه در مود  $\cos \phi$  ثابت انجام می‌شود، یعنی ژنراتور توان اکتیو و راکتیو تولیدی خود را در ضریب توان ثابت به شبکه تحویل می‌دهد. در چنین شرایطی، AVR وظیفه دارد تحریک ژنراتور را به گونه‌ای کنترل کند که ژنراتور در ضریب توان ثابت مورد بهره‌برداری قرار بگیرد و توان تولیدی در این ضریب توان ثابت به شبکه تزریق شود. در این حالت تنظیم ولتاژ بر عهده بهره‌بردار شبکه است و مولد نباید به صورت فعال ولتاژ را تنظیم کند.

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. همچنین برای تنظیم توان اکتیو تولیدی توسط ژنراتور و تنظیم فرکانس ژنراتور با فرکانس شبکه نیاز به گاورنر است تا بتواند فرکانس توان تولیدی توسط ژنراتور را در مقدار ثابتی نگه دارد.

### الف- کاهش ولتاژ

بعضی از شبکه‌های برق مجهز به تنظیم‌کننده‌های جبران افت ولتاژ خط (LDC)<sup>۱</sup> بمنظور جبران افت ولتاژ ایجاد شده در طول فیدر هستند تا بتوانند افت ولتاژ ایجاد شده در طول فیدر را جبران‌سازی

<sup>۱</sup> Line Drop Compensation



کرده و انرژی مورد نیاز مشترکین را در محدوده ولتاژی مناسبی به آنها تحویل دهند. اگر مولدهای مقیاس کوچک در قسمت متمرکز بار نصب و درصد قابل توجهی از بار را تأمین کنند، احتمال ایجاد تداخل با عملکرد LDCها وجود خواهد داشت.

در این حالت، از آنجایی که مولدهای مقیاس کوچک قسمتی از بار شبکه را تأمین 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 DG به شبکه قرار دارند، افزایش می‌یابد. در نتیجه تنظیم کننده ولتاژ مقدار کمتری را بمنظور تصحیح ولتاژ در نظر می‌گیرد. در چنین شرایطی اگر شبکه قبل از اتصال مولدهای مقیاس کوچک 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 DG 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 DG می‌تواند به صورت محلی الگوهای شارش توان را تغییر دهد، همین امر می‌تواند باعث شود<sup>1</sup> LTC یا<sup>2</sup> SVR نتواند پروفیل ولتاژ را به نحو مطلوبی تنظیم کند.

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.

در استاندارد ANSI C84.1 محدوده‌های مجاز ولتاژ مطابق جدول ۶ می‌باشد.

جدول (۶): محدوده‌های ولتاژ در سطح توزیع

ولتاژ نامی	حداقل ولتاژ	حداکثر ولتاژ
درصد از ولتاژ نامی	٪۹۵	٪۱۰۵
<b>تکفاز</b>		
۲۳۰/۲۲۰	۲۱۸.۵/۲۰۹	۲۴۱.۵/۲۳۱
<b>سه‌فاز</b>		
۴۰۰/۳۸۰	۳۸۰/۳۶۱	۴۲۰/۳۹۹
از ۲.۴ تا ۳۴.۵ کیلوولت	٪۹۷.۵	٪۱۰۵

<sup>1</sup> Load Tap Changer

<sup>2</sup> Static Voltage Regulator

**ب- اضافه ولتاژ**

اتصال منابع تولید پراکنده به فیدر موجود، باعث می‌شود قسمتی از بار فیدر که قبل از حضور DG، توسط شبکه تأمین می‌شد، توسط DG تأمین گردد و در برخی موارد شارش معکوس توان در شبکه را به همراه خواهد داشت که این امر منجر به افزایش ولتاژ در فیدر خواهد شد، مخصوصاً مصرف‌کنندگانی که در نزدیکی محل اتصال نیروگاه پراکنده قرار دارند. در شرایط بهره‌برداری عادی، امیدانس ترانسفورماتورها و شبکه، باعث ایجاد افت ولتاژ در طول شبکه می‌شوند. به عبارت دیگر، در این حالت، مولدهای مقیاس کوچک 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.

**۶-۳-۲- هماهنگی با سیستم زمین شبکه**

چگونگی ارتباط بین سیستم زمین ژنراتور 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 اتصال کوتاه 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 مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق باید هماهنگ با سیستم زمین شبکه برق باشد.

**۶-۳-۳- سنکرونیزم**

به طور کلی، سنکرونیزم به یکسان بودن دامنه ولتاژ، فرکانس و زاویه فاز بین شبکه برق و مولد مقیاس کوچک گفته می‌شود. مولدهای مقیاس کوچک شامل سه نوع اصلی ژنراتور سنکرون، ژنراتور آسنکرون و مبدل الکترونیک قدرت می‌باشند، که در این دستورالعمل شرایط سنکرونیزم ژنراتورهای سنکرون با شبکه مد نظر می‌باشد. برای سنکرون‌سازی شرایط زیر باید برقرار باشد:

۱- توالی فازها بین مولد مقیاس کوچک و شبکه رعایت گردد.



۲- اختلاف فرکانس دو سیستم در محدوده مجاز باشد.

۳- اختلاف دامنه ولتاژ شبکه و مولد مقیاس کوچک در محدوده مجاز باشد.

۴- زاویه فاز دو سیستم در محدوده مجاز باشد.

جدول ۷، شرایط اتصال ژنراتورهای سنکرون به شبکه برق یعنی مقادیر مجاز اختلاف در لحظه

وصل شدن به شبکه را نشان می‌دهد.

جدول (۷): شرایط اتصال ژنراتور سنکرون به شبکه برق

اختلاف فرکانس ( $\Delta f, Hz$ )	اختلاف ولتاژ ( $\Delta V, \%$ )	اختلاف زاویه فاز ( $\Delta \theta, \circ$ )	مجموع مقادیر نامی مولدهای مقیاس کوچک (kW)
۰/۳	۱۰	۲۰	کلاس ۱
۰/۳	۱۰	۲۰	کلاس ۲
۰/۲	۵	۱۵	کلاس ۳
۰/۱	۳	۱۰	کلاس ۴
۰/۱	۳	۱۰	کلاس ۵

ضمناً، اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه نباید باعث انحراف ولتاژ شبکه به میزان بیش از

$\pm 5\%$  از سطح ولتاژ بهره‌برداری شبکه در نقطه اتصال مشترک مولد مقیاس کوچک شود.

- وصل و سنکرون کردن دستی یا اتوماتیک مولد مقیاس کوچک با شبکه باید با اجازه بهره‌بردار شبکه توزیع باشد.

- بهتر است سنکرون کردن توسط سیستم اتوماتیک انجام شود. استفاده از سنکرون‌سازی دستی نیز به عنوان پشتیبان سنکرون‌سازی اتوماتیک در نظر گرفته می‌شود.

- تجهیز سنکرون‌کننده مولد مقیاس کوچک با شبکه برق، باید توانایی تحمل  $220\%$  ولتاژ نامی سیستم در محل سنکرونیزاسیون را داشته باشد تا از ایجاد قوس هنگامی که کلید باز است جلوگیری شود.

#### ۶-۳-۴- هماهنگی تبادل توان

" هنگامی که شبکه به هر دلیلی بی‌برق می‌گردد، مولدهای مقیاس کوچک نباید به شبکه 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 مولدهای مقیاس کوچک فقط می‌توانند بار محلی خود را تأمین کنند. همچنین، اگر ولتاژ و فرکانس شبکه خارج از محدوده مجاز ارائه شده در استانداردها باشند، مولدهای مقیاس کوچک 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 مولدهای مقیاس کوچک به شبکه جلوگیری به عمل آید. ریکلوزرها نباید در زمانی که مولدهای مقیاس کوچک 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 مولدهای مقیاس کوچک از مدار فرمان وصل کلید را بدهند.

### ۶-۳-۵- مونی‌تورینگ

"مولدهای مقیاس کوچک 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 مونی‌تورینگ و پایش وضعیت سیستم ارتباط دهنده مولد به شبکه (وضعیت کلید متصل‌کننده DG به شبکه)، توان اکتیو خروجی، توان راکتیو خروجی و ولتاژ در نقطه اتصال مولد به شبکه باشند. این مونی‌تورینگ می‌تواند به صورت محلی یا از راه دور باشد."

پس به طور کلی در سیستم مونی‌تورینگ باید موارد زیر به شرکت برق ارسال گردد:

- وضعیت کلید متصل‌کننده DG به شبکه (قطع یا وصل بودن کلید PCC)


- توان اکتیو تزریقی به شبکه

- توان راکتیو تزریقی

- ولتاژ در نقطه اتصال DG به شبکه

البته وضعیت درب پست پاساژ نیز یکی از پارامترهایی است که با توافقی که بین مالک DG بهره-

بردار شبکه انجام می‌شود، می‌تواند مونی‌تور گردد.

صفحه : ۴۷ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	--

ملزومات مورد نیاز برای مونیتورینگ شامل موارد زیر می‌باشد:

- ترانس دیوسرها و ترانسفورمرهای ولتاژ و جریان
  - پورتهای نرم‌افزاری<sup>۱</sup> بر روی تجهیزات مولد مقیاس کوچک برای بازیابی اطلاعات مورد نیاز
  - تجهیزات اندازه‌گیری و ثبت و نگهداری داده‌ها و اطلاعات
  - RTUها
  - ایجاد بستر مخابراتی مناسب جهت انتقال داده‌ها به مرکز دیسپاچینگ
- 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- لازم است داده‌های مونیتور شده به صورت زمان واقعی موجود بوده و ذخیره گردند تا در صورت نیاز، به منظور برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب مورد بازخوانی قرار گیرند.
  - ۳- دستگاه‌های اندازه‌گیری باید در نقطه اتصال مشترک (پست پاساژ) نصب گردند و دسترسی به آنها فقط در اختیار بهره‌بردار شبکه می‌باشد.
  - ۴- در صورت موجود نبودن بستر مخابراتی مناسب برای مانیتورینگ مولدهای مقیاس کوچک، هزینه‌های ایجاد بستر مخابراتی مورد نیاز بر عهده سرمایه‌گذار می‌باشد.


### ۶-۳-۶- تجهیزات جداسازی

" بین مولدهای مقیاس کوچک و شبکه برق باید تجهیز جداکننده‌ای وجود داشته باشد که به سهولت در دسترس بوده، قابلیت قفل شدن<sup>۲</sup> داشته و وضعیت باز یا بسته بودن آن نمایان و قابل رویت<sup>۳</sup> باشد، تا در صورت نیاز مولدهای مقیاس کوچک از شبکه قطع گردند."

تجهیز جداکننده، مولد مقیاس کوچک را از لحاظ الکتریکی از شبکه برق جدا می‌کند و معمولاً در نقطه PCC 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 شبکه برق یا مولد مقیاس کوچک برقرار 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 اولیه این تجهیز، فراهم آوردن ایمنی کافی برای کارکنان در طی دوره انجام تعمیرات خط یا فعالیت‌های دیگر می‌باشد.

<sup>1</sup> Software ports  
<sup>2</sup> Lockable  
<sup>3</sup> Visible break



صفحه : ۴۸ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	--

به طور کلی:

- هماهنگی مشخصات نامی کلید با مولدهای مقیاس کوچک ضروری است.
- وصل تجهیز جداساز (کلید نقطه اتصال مشترک) منوط به ارسال فرمان وصل همزمان توسط بهره‌بردار شبکه و بهره‌بردار مولد مقیاس کوچک خواهد بود.
- قطع تجهیز جداساز (کلید نقطه اتصال مشترک) منوط به ارسال فرمان قطع توسط بهره‌بردار 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 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 برقرار شدند باعث ایجاد شرایط نامن و ایجاد قوس نشود.
- نیاز نیست تجهیز جداکننده یک تجهیز قطع‌کننده<sup>۱</sup> یا موازی‌کننده<sup>۲</sup> باشد اما، حتماً باید نیازمندیهای استاندارد 4.1.7 IEEE std 1547 (تجهیزات جداکننده<sup>۳</sup>) و IEEE std 1547 5.3.2 (تأیید طراحی سیستم<sup>۴</sup>) را برآورده نماید.
- اگر تجهیز جداکننده نیاز بهره‌بردار شبکه برق باشد، محل قرار گرفتن آن و بهره‌برداری از آن باید دقیقاً مطابق با نیاز شبکه برق باشد.

### ۶-۳-۷- اغتشاشات 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 مولدهای مقیاس کوچک در برابر اغتشاشات ولتاژ، لازم است دامنه موج اصلی برای ولتاژهای فاز به فاز و فاز به زمین به طور متناوب اندازه‌گیری شود. هنگامی که شرایط اضطراری به

<sup>1</sup> Interrupting device

<sup>2</sup> Paralleling device

<sup>3</sup> Isolation device

<sup>4</sup> System design verification

وجود می‌آید و ولتاژها در محدوده مجاز قرار ندارند، مولدهای مقیاس کوچک باید مطابق با جدول ۸ از مدار خارج شوند."

جدول (۸): پاسخ سیستم ارتباط دهنده مولد مقیاس کوچک به ولتاژهای غیر عادی (IEEE std 1547 4.2.3)

زمان قطع (s)	دامنه ولتاژ ( درصدی از ولتاژ مبنا)
۰/۲ s	$V < 50$
۲/۴ s	$50 \leq V < 88$
۱/۲ s	$110 < V < 120$
۰/۲ s	$V \geq 120$

نکته: ولتاژ مبنا، ولتاژ نامی سیستم می‌باشد. برای مولدهای کوچکتر از ۲۰ کیلووات، زمانهای قطع مشخص شده در جدول ۸، حداکثر زمان قطع می‌باشد و برای مولدهای بزرگتر از ۲۰ کیلووات این زمانها به عنوان پیش فرض می‌باشند.

#### ۶-۲-۸- اغتشاشات 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.

"مولدهای مقیاس کوچک باید از محدوده مجاز و قابل قبول فرکانس در شبکه برق پیروی کنند." برای این منظور، لازم است تا کلیه مولدها مجهز به رله‌های حساس به فرکانس باشند و هنگامی که فرکانس سیستم پایین‌تر از محدوده مشخص شده در جدول ۹ باشد، مولد مقیاس کوچک باید طی زمان مشخص شده در این جدول تزریق توان به شبکه را متوقف کند.

جدول (۹): سرعت پاسخ مولدهای مقیاس کوچک به حذف اغتشاشات فرکانس

کلاس قدرت مولد	محدوده فرکانس	زمان قطع (ثانیه)
کلاس ۱	بیشتر از ۵۰/۴۲ هرتز	۰/۲ s
	کمتر از ۴۹/۴۲ هرتز	۰/۲ s
کلاس ۲، ۳، ۴ و ۵	بزرگتر از ۵۰/۴۲ هرتز	۰/۲ s
	بین ۴۹/۸۳ تا ۴۷/۵ هرتز	قابل تنظیم (از ۰/۲ s تا ۳۰۰ s)
	کمتر از ۴۷/۵ هرتز	۰/۲ s

**۶-۳-۹- قطع خطا و وصل مجدد مولد مقیاس کوچک به شبکه**

"واحدهای نیروگاه مقیاس کوچک در هنگام وقوع خطا در شبکه باید از مدار خارج شوند، بنابراین، لازم است این واحدها مجهز به حداقل تجهیزات برای اطمینان از خروج موفق باشند."

چنانچه خطایی در شبکه به وقوع بپیوندد مولدهای مقیاس کوچک بایستی از شبکه جدا شوند، بدین منظور باید یک طرح حفاظتی مناسب برای نیروگاههای مقیاس کوچک پیش‌بینی گردد و تجهیزات کلیدزنی مناسب در نظر گرفته شوند. باید توجه شود، در فیدرهایی که دارای ریکلوزر هستند به منظور جلوگیری از وصل غیر سنکرون مولدهای مقیاس کوچک به شبکه، زمان خارج شدن مولد مقیاس کوچک از شبکه باید کمتر از زمان اولین وصل مجدد ریکلوزر باشد.

در صورت بروز هرگونه خطا در شبکه برق و خروج مولد مقیاس کوچک از شبکه، وصل مجدد مولد مقیاس کوچک تا زمانی که ولتاژ شبکه در نقطه اتصال مولد به شبکه در محدوده نشان داده شده در جدول (۱۰) نباشد و یا فرکانس در محدوده ۴۹/۵ تا ۵۰/۵ قرار نگیرد مجاز نمی‌باشد.

جدول (۱۰): محدوده ولتاژ جهت وصل مجدد DG به شبکه (استاندارد ANSI C48.1)

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

سیستم متصل‌کننده منبع تولید پراکنده به شبکه بعد از فراهم شدن شرایط فوق و با تأخیر حدود ۵ دقیقه باید امکان وصل مجدد مولد به شبکه را فراهم کند.

**۶-۳-۱۰- خروج از سنکرونیزم**

چون خروج از سنکرونیزم منابع تولید پراکنده سنکرون، در نقطه اتصال مشترک (PCC)، نوسان ولتاژ، جریان و توان در شبکه برق را به دنبال دارد و شرایطی شبیه به شرایط وجود فلیکر ایجاد می‌کند و می‌تواند آثار سوئی بر منبع تولید پراکنده و شبکه داشته باشد، بنابراین، منابع تولید پراکنده باید مجهز به تجهیزاتی باشند که در صورت خروج این واحدها از سنکرونیزم، این واحدها را سریعاً از شبکه قطع کنند.

بمنظور بررسی و پیش‌بینی دقیق پدیده خروج از سنکرونیزم، بایستی مطالعات پایداری انجام شود، در این مطالعات، اینرسی شبکه برق، اینرسی سیستم ژنراتور و محرک اولیه، رفتار گاورنر ژنراتور،



سیستم تغذیه سوخت محرک اولیه، طراحی سیستم تحریک ژنراتور و هر مشخصه‌ای از سیستم کنترل ژنراتور که می‌تواند بر شرایط خروج از سنکرونیزم تأثیرگذار باشد، باید در نظر گرفته شود.

### ۶-۳-۱۱- فلیکر ولتاژ

فلیکر یکی از پدیده‌های کیفیت توان است که غالباً با تغییرات قابل توجهی در نور ساطع شده از چراغ‌های التهابی همراه است و به واسطه تغییرات ناچیز در سطوح ولتاژ ایجاد می‌شود. فلیکر می‌تواند ناشی از راه‌اندازی مولد مقیاس کوچک یا تغییر پله‌ای میزان تولید آن ایجاد گردد. "منابع تولید پراکنده نباید برای سایر مشترکان شبکه برق، فلیکر قابل رؤیت و قابل توجهی ایجاد کنند."

اگر شدت فلیکر کوتاه مدت<sup>۱</sup> ( $P_{st}$ ) ایجاد شده توسط مولدهای مقیاس کوچک در سمت ولتاژ ثانویه کمتر از ۱ و یا معادل آن در سمت ولتاژ اولیه کمتر از ۰/۹ باشد، فلیکر ایجاد شده قابل قبول است. حدود مجاز فلیکر در سطوح ولتاژ مختلف در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

جدول (۱۱): حدود مجاز فلیکر در شینه‌هایی با سطح ولتاژ مختلف

شبکه فشارضعیف	شبکه فشار متوسط	شبکه فشارقوی و فوق فشارقوی	
۱	۰/۹	۰/۸	فلیکر کوتاه مدت $P_{st}$
۰/۸	۰/۷	۰/۶	فلیکر بلند مدت $P_{lt}$ <sup>۲</sup>

در صورتی که تغییرات توان ناشی از واحد تولید پراکنده ( $\Delta S$ ) در مقایسه با ظرفیت اتصال کوتاه در دسترس<sup>۳</sup> شبکه برق محلی در نقطه اتصال مشترک، درون محدودیت‌های مشخص شده در جدول ۱۲ باشد، فلیکر ولتاژ ایجاد شده قابل قبول می‌باشد.

جدول (۱۲): تغییرات ولتاژ قابل قبول به صورت تابعی از  $(\Delta S/S_{SC})_{max}$

تغییرات ولتاژ در دقیقه $r$ <sup>۴</sup>	$(\Delta S/S_{SC})_{max}$ %
$r > 200$	۰/۱
$10 < r < 200$	۰/۲
$r < 10$	۰/۴

<sup>۱</sup> به شاخص شدت فلیکر در یک دوره زمانی کوتاه مدت (۱۰ دقیقه) گفته می‌شود.

<sup>۲</sup> شاخص شدت فلیکر بدست آمده در یک دوره زمانی بلند مدت (۲ ساعت)

<sup>۳</sup> Available short circuit capacity

<sup>۴</sup> یک افت ولتاژ و متعاقب آن برگشت به حالت اول دو تغییر ولتاژ به حساب خواهد آمد.



در صورتی که فلیکر ایجاد شده توسط مولد مقیاس کوچک که به وسیله فلیکر متر اندازه گیری می-شود از استاندارد خارج شده باشد باید مولد از شبکه جدا گردد. در صورتی که مقدار پریونیت فلیکر در نقطه اتصال مشترک، در سمت فشار متوسط کوچکتر یا مساوی ۰/۹ و در سمت فشار ضعیف کوچکتر یا مساوی ۱ باشد، فلیکر به وجود آمده توسط مولد مقیاس کوچک قابل قبول خواهد بود.

### ۶-۳-۱۲- هارمونیک

برای تحلیل هارمونیک شبکه، باید سطح اعوجاج هارمونیک موجود در ولتاژ شبکه برق قبل از نصب هرگونه واحد DG مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. سپس، سهم جریان هارمونیک ایجاد شده به وسیله مولدهای مقیاس کوچک 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 هارمونیک 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 می شوند، تأثیر این تزریق بر اعوجاج ولتاژ شبکه باید تعیین شود، خصوصاً اگر تهدیدی برای تجهیزات مشترکان مجاور یا شبکه برق محسوب شود.

" هنگامی که مولد مقیاس کوچک بارهای خطی متعادلی را تغذیه می کند، تزریق جریان هارمونیک به شبکه نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱۳ تجاوز نماید."

این جریانهای تزریقی هارمونیک بدون در نظر گرفتن هرگونه جریان هارمونیک است که به دلیل اغتشاشات هارمونیک ولتاژ موجود در شبکه بدون اتصال مولد مقیاس کوچک به وجود می آید.

در جدول ۱۴ حدود مجاز هارمونیک ولتاژ در سطوح مختلف ولتاژ شبکه آورده شده است.

جدول (۱۳): حداکثر انحراف جریان هارمونیک بر حسب درصدی از جریان مؤلفه اصلی

مرتبه هارمونیک	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$h \geq 35$	THD <sup>۱</sup>
درصد دامنه هارمونیک نسبت به مؤلفه اصلی	۴/۰۰	۲/۰۰	۱/۵	۰/۶	۰/۳	۵/۰۰

<sup>۱</sup> Total Harmonic Demand

جدول (۱۴): حدود مجاز هارمونیک ولتاژ در سطوح مختلف ولتاژ در شبکه

ماکزیمم اعوجاج ولتاژ مجاز در شینه‌هایی با سطوح ولتاژ مختلف نسبت به ولتاژ نامی با فرکانس ۵۰ هرتز			
اعوجاج کلی ولتاژ	اعوجاج تکی ولتاژ هارمونیک		ولتاژ شینه
	زوج	فرد	
۵/۰	۱/۵	۳/۰	۲۸۰ ولت و ۲۰ کیلوولت
۲/۵	۰/۷	۱/۵	۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت
۱/۵	۰/۵	۱/۰	۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت

### ۶-۳-۱۳- حفاظت در برابر تداخل الکترومغناطیسی

"تداخل امواج الکترومغناطیسی نباید منجر به تغییر در وضعیت بهره‌برداری، یا بهره‌برداری نادرست و یا از کار افتادن مولدهای مقیاس کوچک شود و سیستم ارتباط دهنده مولد به شبکه باید قابلیت تحمل تداخل امواج الکترومغناطیسی محیطی را مطابق با استاندارد -ANSI/IEEE std C37.90.2- 2004 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 مولدهای مقیاس کوچک مانند رله‌ها، تمام تجهیزات مولدهای مقیاس کوچک، 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.

### ۶-۳-۱۴- ضربه

"سیستم ارتباط دهنده مولد مقیاس کوچک به شبکه برق باید قابلیت تحمل ضربه‌های ولتاژ و جریان ناشی از شبکه را برابر با استاندارد -ANSI/IEEE std C62.41.2- و یا IEEE std C37.90.1- داشته باشد."

### ۶-۳-۱۵- 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.

صفحه : ۵۴ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

برخی از مشکلات بهره‌برداری در شرایط جزیره‌ای عبارتند از:


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

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

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

- مجموع ظرفیت واحدهای مولدهای مقیاس کوچک کمتر از یک سوم حداقل بار سالیانه شبکه محل اتصال باشد.
  - مولد مقیاس کوچک و تجهیزات آن، آزمون‌های مربوط به جزیره‌ای شدن را با موفقیت طی کرده باشند.
  - مولدهای مقیاس کوچکی که مجاز به تزریق توان به شبکه نیستند و یا مجاز به تزریق مقدار مشخصی توان به شبکه برق هستند و شامل حفاظت توان معکوس یا حفاظت حداقل توان می‌باشند، در صورتیکه جهت توان از سمت نیروگاه مقیاس کوچک به شبکه برق برعکس می‌شود یا از یک مقدار مشخص بیشتر می‌گردد، از شبکه جدا می‌شوند.
- مولد مقیاس کوچک شامل تجهیزات ضد جزیره‌ای زیر باشد:
- ۱- سیستم کنترل گاورنر و سیستم کنترل تحریک که توان و ضریب توان را ثابت نگه‌دارند.
  - ۲- رله انتقال تریپ<sup>۱</sup>
  - ۳- استفاده از رله‌های نرخ تغییرات فرکانس (ROCOF) و جابجایی فاز (Vector Shift)

<sup>1</sup> Transfer trip

صفحه : ۵۵ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

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

برای مولدهای مقیاس کوچک با ظرفیت بالاتر از ۱ مگاوات به منظور حصول اطمینان از خروج مولدهای مقیاس کوچک در هنگام رخداد جزیره ناخواسته، باید از سیستم انتقال تریپ استفاده نمود و برای مولدهای کوچکتر هم استفاده از این سیستم مطلوب می باشد اما تا زمانی که زیرساخت های آن فراهم نشده است می توان از رله های ROCOF و جابجایی فاز به طور موقت جهت آشکارسازی جزیره استفاده نمود.


### ۶-۳-۱۶- فرورزناس

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

بمنظور جلوگیری از ایجاد پدیده فرورزناس در شبکه های شامل منابع تولید پراکنده موارد زیر پیشنهاد می گردد:

- عدم استفاده از فیوزهای تکفاز به صورت سری با مولد مقیاس کوچک سه فاز
- برای اتصال ژنراتور و ترانسفورماتور به شبکه، به ویژه در حالت استفاده از ترانسفورماتورهای با اتصال *Dyn* حتی الامکان از شبکه کابلی استفاده نشود.
- برای حفاظت مولد مقیاس کوچک و شبکه از رله *59I* استفاده شود که مقدار پیک اضافه ولتاژ را مورد استفاده قرار می دهد.



صفحه : ۵۶ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

#### ۴-۶- پیوست د:

تجهیزات مورد نیاز برای اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق      کد: ۰۴-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

مولدهای مقیاس کوچک برای اتصال به شبکه برق، نیاز به تجهیزات خاصی دارند. برای هر یک از کلاسهای قدرت مولدهای مقیاس کوچک و بسته به محل اتصال مولد به شبکه، طرحواره اتصال جداگانه‌ای شامل دیاگرام تک خطی و نوع و مشخصات فنی تجهیزات ارائه می‌گردد. مشخصات مربوط به تجهیزات جانبی که در زیر به آنها اشاره شده است 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.

بعضی از تجهیزات اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق عبارتند از:

۴-۶-۱- ترانسفورماتور اختصاصی (در صورت عدم هماهنگی ولتاژ خروجی مولدهای مقیاس کوچک با سطح ولتاژ اتصالی به شبکه برق مربوطه)

۴-۶-۲- دستگاههای اندازه‌گیری

۱. ترانسفورماتور اندازه‌گیری جریان

۲. ترانسفورماتور اندازه‌گیری ولتاژ

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

۴-۶-۳- کلید تبادل توان (کلید اصلی)

۴-۶-۴- کلید قدرت

۴-۶-۵- انتقال تریپ و دستگاههای تله‌متری (تجهیزات مونیتورینگ)

۴-۶-۶- دستگاههای حفاظتی

۱. رله‌های مجتمع دارای چندین تابع حفاظتی

۲. حفاظت اضافه/افت ولتاژ

۳. حفاظت اضافه/افت فرکانس

۴. رله خطای زمین

۵. رله اضافه جریان

۶. رله حفاظتی امپدانس بالا

۷. رله سنکرونیزاسیون

۸. رله توان معکوس یا حداقل توان

۹. رله نرخ تغییرات فرکانس (*ROCOF*)

۱۰. رله جابجایی فاز

۶-۴-۷- مشخصات فنی برخی از تجهیزات مورد نیاز برای اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق


۶-۴-۷-۱- ترانسفورماتور اختصاصی

- نام سازنده:-----
- تاریخ تولید:-----
- ولتاژ اولیه (V):-----
- ولتاژ ثانویه (V):-----
- توان نامی (kVA):-----
- گروه برداری:-----
- امپدانس درصد ترانسفورماتور:-----
- نسبت تبدیل نامی:-----
- نوع تپ چنجر ترانسفورماتور (on load یا off load) -----
- تعداد پله و درصد تغییرات پله تپ چنجر -----

۶-۴-۷-۲- دستگاههای اندازه گیری

۱. ترانسفورماتور اندازه گیری جریان:

- نام سازنده:-----
- نوع:-----
- نسبت تبدیل:-----
- کلاس دقت:-----
- توان نامی (VA):-----
- تعداد هسته -----

صفحه : ۵۸ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

## ۲. ترانسفورماتور اندازه گیری ولتاژ


- نام سازنده:-----
- نوع:-----
- نسبت تبدیل :-----
- کلاس دقت:-----
- توان نامی (VA):-----
- تعداد هسته -----

## ۳. تجهیزات اندازه گیری انرژی دو طرفه، جهت اندازه گیری جداگانه توان ورودی و خروجی

- نام سازنده:-----
- نوع:-----
- محدوده جریانی (A):-----
- محدوده ولتاژی (V):-----
- کلاس دقت:-----
- نوع نصب (اولیه – ثانویه):-----

## ۶-۴-۷-۳- مشخصات کلید تبادلی توان (کلید اصلی)

- نام سازنده:-----
- نوع کلید (دیژنکتور-سکسیونر):-----
- نوع تکنولوژی به کار رفته در کلید:-----
- ولتاژ نامی (V):-----
- جریان نامی (A):-----
- قدرت قطع اتصال کوتاه (kA):-----
- زمان قطع (S):-----
- جریان قابل تحمل توسط کلید (A):-----
- زمان عملکرد (وصل) (s):-----

صفحه : ۵۹ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	--

#### ۴-۶-۷-۴- مشخصات کلید قدرت

- نام سازنده:-----
- نوع:-----
- ولتاژ نامی (V):-----
- جریان نامی (A):-----
- زمان قطع (S):-----
- ولتاژ DC (V):-----
- جریان قطع اتصال کوتاه قابل قطع متقارن (A):-----
- جریان قطع اتصال کوتاه قابل قطع نامتقارن (A):-----
- زمان عملکرد (وصل):-----
- مکانیزم عملکرد (موتوری-دستی):-----
- ولتاژ سیستم تغذیه: ولتاژ DC (V):----- ولتاژ AC (V):-----
- قابلیت کنترل از راه دور (دارد-ندارد):-----
- تعداد کنتاکتهای کمکی: کنتاکتهای باز (NO):----- کنتاکتهای بسته (NC):-----
- تعداد تریپ خارجی:-----

#### ۴-۶-۷-۵- رله انتقال تریپ<sup>۱</sup>

- نام سازنده:-----
- نوع:-----
- مدل:-----
- ولتاژ ورودی ( $V_{dc}$ ):-----
- جریان خروجی نرمال (mA):-----
- تریپ خروجی (mA):-----
- مقاومت خط بین تجهیز انتقال دهنده و دریافت کننده ( $\Omega$ ):-----

<sup>1</sup> transfer trip



## ۶-۴-۷-۶- دستگاہهای حفاظتی

## ۱. رله‌های مجتمع دارای چندین تابع حفاظتی

- نام سازنده: -----
- ولتاژ نامی تغذیه (V): -----
- توابع حفاظتی استفاده شده در رله مجتمع
  - ۱. -----
  - ۲. -----
  - ۳. -----
  - ۴. -----
  - ۵. -----
  - ۶. -----
  - ۷. -----
  - ۸. -----
  - ۹. -----
  - ۱۰. ...

## ۲. حفاظت اضافه/افت ولتاژ

- نام سازنده: -----
- ولتاژ نامی تغذیه (V): -----
- محدوده فرکانسی (Hz): -----
- تغییرات تغذیه (/): -----
- توان نامی (VA): -----
- میزان ایستادگی ولتاژ ضربه: -----
- سطوح تریپ (/): -----
- زمان پاسخ (mA): -----
- زمان تأخیر (s): -----



## ۳. حفاظت اضافه/افت فرکانس

- نام سازنده:-----
- ولتاژ نامی تغذیه (V):-----
- توان نامی (VA):-----
- فرکانس نامی (Hz):-----
- بازه اندازه گیری فرکانس (Hz):-----
- میزان خطا (/):-----
- تأخیر زمانی (s):-----

## ۴. رله خطای زمین

- نام سازنده:-----
- نوع رله:-----
- جریان نامی (A):-----
- قدرت نامی (VA):-----
- ولتاژ نامی (V):-----
- فرکانس نامی (Hz):-----
- میزان تأخیر (s):-----
- کلاس دقت (/):-----

## ۵. رله اضافه جریان

- نام سازنده:-----
- نوع رله:-----
- جریان نامی (A):-----
- قدرت نامی (VA):-----
- ولتاژ نامی (V):-----
- فرکانس نامی (Hz):-----
- میزان تأخیر زمانی (s):-----



----- کلاس دقت (/):-----

----- تنظیم جریان هر فاز (A):-----

#### ۶. رله حفاظتی امیدانس بالا

----- نام سازنده:-----

----- نوع رله:-----

----- توان نامی (VA):-----

----- ولتاژ نامی (V):-----

----- فرکانس نامی (Hz):-----

----- زمان عملکرد (s):-----

----- ظرفیت ایستادگی حرارتی:-----

----- محدوده تنظیمات ولتاژ (V):-----

----- جریان قابل تحمل (A):-----

#### ۷. حفاظت سنکرون (سنکرون چک)

----- نام سازنده:-----

----- نوع:-----

----- توان نامی (VA):-----

----- ولتاژ نامی (V):-----


----- فرکانس نامی (Hz):-----

----- حداکثر ولتاژ مداوم (V):-----

----- زمان تأخیر (s):-----

----- اندازه بردار اختلاف پتانسیل (V):-----

----- دقت (/):-----

صفحه: ۶۳ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
-------------------------	---	---

## ۵-۷- پیوست هـ:

کد: ۰۵-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

## آزمایش‌ها

به طور کلی هنگام اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق، لازم است آزمایش‌هایی 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 آزمایش در مورد تجهیزات بکار رفته در نیروگاه تولید پراکنده انجام می‌شود:

۱. آزمایش‌های قبل از اتصال (آزمایش‌های پذیرش)

۲. آزمایش‌های دوره‌ای یا تعمیرات و نگهداری

در ادامه، توضیح مختصری راجع به آزمایش‌های فوق ارائه می‌گردد.

### ۶-۵-۱- آزمایش‌های قبل از اتصال (آزمایش‌های پذیرش)

این آزمایش‌ها می‌بایست بر روی کلیه تجهیزات قبل از اتصال مولد به شبکه برق (بهره‌برداری موازی) انجام گیرد و شامل آزمایش‌های زیر می‌باشد:

#### ۱. آزمایش‌های نوعی (طراحی)<sup>۱</sup>


این آزمایش‌ها معمولاً در کارخانه، آزمایشگاه تست یا در محل نصب تجهیزات به صورت نمونه بر روی تعدادی از اجزاء انجام می‌شود و شامل آزمایش‌های زیر می‌باشد:

- آزمایش پایداری حرارتی
- پاسخ به ولتاژ غیرعادی
- پاسخ به فرکانس غیرعادی
- آزمایش سنکرونیزاسیون
- آزمایش یکپارچگی اتصال<sup>۲</sup>
- آزمایش جزیره ناخواسته
- آزمایش توان معکوس (برای جزیره ناخواسته)

<sup>۱</sup> Type (Design) Test

<sup>۲</sup> Interconnection Integrity



صفحه : ۶۴ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

- هارمونیک‌ها

- فلیکر

- وصل مجدد بعد از قطع در اثر شرایط غیرعادی

- فاز (مدار) باز<sup>۱</sup>

این آزمایش‌ها باید نیازمندیهای استاندارد IEEE std 1547.1 و IEEE std 1547 5.1 و دستورالعمل آزمون مولد مقیاس کوچک به شینه فشار متوسط پست فوق توزیع را برآورده کند.

## ۲. آزمایش‌های تولید<sup>۲</sup>

آزمایش‌های تولید، صحت قابلیت بهره‌برداری از هر یک از اجزاء تجهیزات بکار رفته در سیستم اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق را مورد بررسی قرار می‌دهد. این آزمایش‌ها با این فرض انجام می‌شوند که تجهیزات، آزمایش‌های طراحی را با موفقیت پشت سر گذاشته‌اند. این آزمایش‌ها هم می‌تواند در کارخانه سازنده انجام شوند و هم به صورت بخشی از آزمایش‌های راه‌اندازی در محل نصب انجام شوند. این آزمایش‌ها مطابق با استاندارد IEEE std 1547 5.2 و یا بخش ششم استاندارد IEEE std 1547.1 انجام می‌شوند و شامل آزمایش‌های زیر می‌باشند:

- پاسخ به ولتاژ غیرعادی (IEEE std 1547.1 6.1)

- پاسخ به فرکانس غیرعادی (IEEE std 1547.1 6.2)

- آزمایش سنکرونیزاسیون (IEEE std 1547.1 6.3)

- مستندسازی<sup>۳</sup>

## ۳. آزمایش‌های راه‌اندازی<sup>۴</sup>

این آزمایش‌ها بعد از نصب تجهیزات در محل و آماده‌شدن مولد مقیاس کوچک برای بهره‌برداری انجام می‌شوند. هدف از این آزمایش‌ها تأیید برآورده شدن نیازمندیهای استاندارد IEEE std 1547 توسط تجهیزات می‌باشد چنانچه این آزمایش‌ها به درستی انجام شود و نتایج قابل قبولی داشته باشند، با اتصال آزمایشی مولد مقیاس کوچک موافقت می‌شود. مراحل انجام این آزمایش‌ها به صورت زیر می‌باشد:

<sup>1</sup> Open phase

<sup>2</sup> Production test

<sup>3</sup> Documentation

<sup>4</sup> Commissioning test



۱. بازبینی و بررسی
  ۲. آزمایش‌های نوع و تولید در محل<sup>۱</sup>
  ۳. آزمایش عملکرد در حالت جزیره ناخواسته
  ۴. آزمایش قطع و خروج از مدار
  ۵. اصلاح تنظیمات تجهیزات
- حداقل آزمایش‌های راه‌اندازی برای مولدهای مقیاس کوچک به صورت نوعی به شرح زیر می‌باشند:
- 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
  - تست رله‌های حفاظتی (علی‌الخصوص رله‌های جریان و ولتاژ)
  - رله‌های ولتاژ و جریان مورد استفاده در طرح حفاظتی جهت عملکرد صحیح باید مورد آزمایش قرار گیرند. همچنین آزمایش‌های زیر نیز باید انجام گیرد:
  - ارزیابی عملکرد سیستم حفاظتی در هنگام موتوری شدن ژنراتورها که باید منجر به قطع مولدهای مقیاس کوچک شود. این کار می‌تواند با قطع گاز موتورهای گازسوز محرک اولیه ژنراتورها در حین کار انجام گیرد.
  - اطمینان از عملکرد صحیح سیستم حفاظتی در هنگام وقوع خطای تکفاز به زمین در سمت شبکه، که می‌تواند با تزریق جریان تکفاز در سمت ثانویه ترانسفورماتور متصل کننده مولد به شبکه انجام گیرد.
  - تست عملکرد بی‌باری ژنراتور قبل از اتصال به شبکه
  - آزمایش اضافه دور
  - تست اطمینان از عدم عملکرد جزیره‌ای

<sup>1</sup> Field conducted

مولدها مقیاس کوچک اجازه عملکرد جزیره‌ای ندارد. بنابراین باید طرح حفاظتی پیاده‌سازی شده برای این منظور، که می‌تواند شامل حفاظتهای زیر باشد مورد ارزیابی قرار گیرد:


- تست رله‌های ROCOF و Vector shift
  - تست سیستم انتقال تریپ
  - تست عملکرد رله‌های ولتاژی و فرکانسی در هنگام ایجاد جزیره
- آزمایش ظرفیت
- آزمایش قابلیت اطمینان (عملکرد با بار کامل به مدت ۵ روز)
- در انجام تست‌های راه‌اندازی موارد زیر باید رعایت گردد:
- ۱- لازم است نتایج تمامی تست‌های انجام شده ثبت گردد.
  - ۲- تمامی تست‌های راه‌اندازی باید قبل از بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده انجام شود.
  - ۳- روند تست‌های راه‌اندازی باید به تأیید بهره‌بردار برسد.
  - ۴- چک لیست و نتایج تمام تست‌های راه‌اندازی باید توسط سرمایه‌گذار تهیه و به شرکت برق ارائه شود.

#### ۶-۵-۲- آزمایش‌های دوره‌ای

در زمان انجام آزمایش‌های راه‌اندازی، توافقی بین بهره‌بردار شبکه و سرمایه‌گذار مولد مقیاس کوچک برای انجام آزمایش‌هایی به صورت دوره‌ای و در فواصل زمانی معین انجام می‌گیرد. معمولاً مراحل و نحوه انجام آزمایش‌های دوره‌ای توسط سازنده تجهیزات تعیین می‌شود و فواصل زمانی انجام این آزمایش‌ها معمولاً توسط سازنده تجهیزات یا ایجادکننده سیستم<sup>۱</sup> و یا مقام صلاحیت‌داری که بر اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه نظارت می‌کند، تعیین می‌شود.

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

<sup>۱</sup> System integrator

صفحه : ۶۷ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

#### ۶-۶- پیوست و :

اطلاعات مورد نیاز شرکت مشاور سرمایه‌گذار جهت انجام مطالعات فنی کد: ۰۶-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر  
 نمونه‌ای از اطلاعات مورد نیاز جهت انجام مطالعات که باید توسط شرکت برق در اختیار شرکت مشاور قرار بگیرد به صورت زیر می‌باشد:

- نقشه شبکه در محیط GIS یا AUTO CAD با مقیاس صحیح به همراه فیدرهای خروجی پست فوق توزیع و فیدرهای منشعب از سایر پست‌های فوق توزیع دارای قابلیت مانور، به همراه اطلاعات زیر:


- سطح مقطع شبکه در هر قسمت
- جنس هادی شبکه
- نوع شبکه (زمینی و هوایی)
- محل برقگیرها و مشخصات آنها
- محل خازن‌ها و نوع اتصال و ظرفیت آنها
- محل کلید، نوع و مشخصات آنها شامل جریان نامی و اتصال کوتاه و وضعیت کلید (شامل کلیدهای ابتدای فیدر و در کل مسیر)
- محل ریکلوزر یا سکشنالایزر و مشخصات و وضعیت آنها
- اطلاعات مربوط به مانورهای عملیاتی و بهره برداری

- مشخصات پست فوق توزیع مربوطه شامل:

- نقشه تک خطی پست فوق توزیع
- سطح اتصال کوتاه پست فوق توزیع
- نوع رله‌های موجود در پست فوق توزیع و تنظیمات آنها
- برگه مشخصات کلیدهای فیدرهای ورودی و خروجی پست فوق توزیع
- برگه مشخصات ترانسفورماتورهای پست فوق توزیع

- مشخصات بارها:


- بار ماکزیمم و مینیمم سالانه (توان اکتیو و راکتیو) پست فوق توزیع و ترانسفورماتورهای فوق توزیع در سه سال گذشته

صفحه : ۶۸ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

- بار کلیه فیدرهای ورودی و خروجی پست فوق توزیع در سه سال گذشته به صورت ماهانه
- بار پستهای توزیع به صورت توان اکتیو و توان راکتیو برای ترانسفورماتورهای عمومی و اطلاعات مشترکین دیماندی متصل به پست توزیع اختصاصی، برای تمامی مشترکین متصل به فیدرهای مورد مطالعه به صورت سیکل ۱۲ ماهه
- پیش‌بینی بار فیدر و پست فوق توزیع برای سالهای آینده

- نکاتی که باید توسط شرکت برق پاسخ داده شود:

- آیا واحد تولید پراکنده دیگری در پست یا فیدرهای مرتبط احداث گردیده است؟
- آیا موارد خاص بهره‌برداری از فیدر و امکان عدم تغییر وضعیت کلید یا کلیدهایی از شبکه در فیدرهای مرتبط وجود دارد؟
- آیا از تجهیز ریکلوزر در فیدرهای این پست استفاده شده است؟
- آیا اتوماسیون توزیع اجرا شده است و در صورت اجرا در چه سطحی می‌باشد؟
- آیا بستر مخابراتی خاصی برای استفاده شرکت توزیع یا برق منطقه‌ای وجود دارد؟
- آیا امکان استفاده از بستر مخابراتی (در صورت وجود) برای متقاضی مهیا می‌باشد؟

صفحه : ۶۹ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	--


۶-۷- پیوست ز :

استاندارد IEEE std 1547-2003

کد: ۰۷-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰-ر

استاندارد IEEE std 1547-2003



صفحه : ۷۱ ویرایش: دوم	دستورالعمل اتصال به شبکه مولدهای مقیاس کوچک	 شرکت توانیر
--------------------------	---	---

۶-۹- پیوست ط :

کد: ۹-۰۱-۰۱-۰۱-۰۱-۹۰- ر موافقت‌نامه نهایی اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه

### موافقت‌نامه نهایی اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه

به استناد بند ب ماده ۱۲۲ قانون برنامه سوم توسعه، تنفیذی ماده ۲۰ قانون برنامه چهارم توسعه و دستورالعمل توسعه مولد مقیاس کوچک، با درخواست نهایی اتصال به شبکه برق ----- که موافقت‌نامه اتصال آزمایشی مولد مقیاس کوچک خود را از طریق نامه شماره ----- مورخ - ----- این شرکت اخذ نموده است، موافقت می‌شود.

مشخصات مولد بررسی شده با مشخصات ارائه شده قبلی مطابق بوده و کاملاً منطبق با دستورالعمل اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه برق می‌باشد. این موافقت‌نامه مبنی بر تأیید نهایی طرح اتصال مولد مقیاس کوچک می‌باشد.

شرکت برق منطقه‌ای ----- / شرکت توزیع نیروی برق -----

مدیر عامل



