ارزیابی قابلیت اطمینان میکروگرید با سیستم هیبرید pv-wg

**چکیده—**مقاله جاری روش تحقیقی در زمینه قابلیت اطمینان میکروگرید ارائه می دهد. اولا, بر اساس ویژگی های مختلف منبع تغذیه قدیمی و سیستم های توزیع شده, مدل ارزیابی قابلیت اطمینان تولید برق برای برق بادی و خورشیدی ارائه شده است. سپس بر اساس حالات عملیاتی مختلف و اهمیت بار, شاخص ارزیابی قابلیت اطمینان بار حساس و غیر حساس در میکروگرید در وضعیت عیوب اجزاء , عیوب خارجی, عیوب ریزمنبع و کمبود ریزمنبع و در حالات اتصال و عدم اتصال میکروگرید به شبکه تغذیه بزرگ را معرفی می کنیم. در آخر, یک مورد از سیستم میکروگرید نمونه نمایش داده می شود. کارایی و عملی بودن مدل بهینه سازی و تراکنشات نیز بطور کامل با شبیه سازی نمایش داده می شود.

**کلیدواژگان:** میکروگرید, قابلیت اطمینان, pw-wg

1. **مقدمه**

با توسعه تکنولوژی های جدید تولید برق, که از سوخت فسیلی موثر و منابع قابل تجدید مثل باد, خورشید, و غیره استفاده می کنند, سیستم تولید توزیع شده (DGS) , به روش موثری برای براورده سازی نیازهای در حال رشد بار , کاهش آلودگی محیط, بهبود کاربرد انرژی و قابلیت اعتماد می باشد. برتریهای شامل سرمایه گزاری کمتر , قابلیت اعتماد , سازگاری با محیط و غیره باعث شده تا DGS به میزان زیادی در شبکه توزیع مورد استفاده قرار گیرد. مقاله [1] به تحقیق اثر تغذیه توزیع شده ساده بر قابلیت اعتماد شبکه توزیع ولتاژ پائین پرداخته است, نتایج آن نشان می دهد که دستیابی به DGS باعث بهبود قابلیت اطمینان کاربران و سیستم می شود.

با اینحال, نفوذ بالای DGS دارای برخی تاثیرات منفی مانند هزینه بالا و و پیچیده تر شدن کنترل دستیابی تولید توزیع شده مستقل می باشد. همچنین از دید سیستم تغذیه , DGS , واحد قابل کنترل تولید برق نیست, پس سیستم همیشه سعی درجدا ماندن و قطع کنترل بمنظور تولید برق میکرو بوده تا شوکهای ولتاژ و فرکانس خود را از بین ببرد. در زمان ایجاد عیب در سیستم , DGS در ثانیه از کار ایستاده تا حالت عملیاتی تولید برق توزیع شده محدود شده, و در نتیجه استحکام و پتانسیل آن ضعیف می شود. برای یکپارچه سازی مزایای توزیع شده , کاهش اثرات منفی بر شبکه, تضمین مزایا و ارزش DGS , متخصصین مربوطه مفهوم میکروگرید را ایجاد کرده اند.

1. **مدل میکروگرید و شاخص قابلیت اطمینان آن** 
   1. **مفهوم میکروگرید**

ساختار میکروگرید , تجمع بارها و منابع میکرویی را دارا بوده که بصورت سیستم های جداگانه عمل کرده , برق و گرما ایجاد می کند. اهمیت و ارزش منابع میکرو به تولید الکترونیک برق برای ارائه انعطاف مورد نیاز بمنظور عملیات کنترل بصورت یک سیستم تجمعی مجزا می باشد. این انعطاف کنترل , به میکروگرید اجازه داده تا خود را به سیستم تغذیه حجیم بعنوان یک واحد کنترل شده مجزا نشان دهد , که دارای سادگی اتصال و استفاده برای هر منبع ریز را دارا بوده و مطابق با نیازهای محلی مشتریان می باشد. این نیازها شامل افزایش قابلیت اطمینان محلی و امنیت آن می شود.

* 1. **ساختار و حالت عملیاتی میکروگرید**



شکل 1: معماری پایه میکروگرید

شکل 1 نشان دهنده معماری پایه میکروگرید می باشد. سیستم الکتریکی , پرتوی با سه تغذیه کننده و مجموعه ای از بارها فرض شده است – a , b , c . منابع میکرو , شامل میکروتوربین یا سلولهای سوخت متصل به سیستم بوسیله الکترونیک تغذیه می باشد. نکته مشترک پیوند (PCC) در سمت اصلی ترانسفرمر بوده و تعریف کننده جدایی بین شبکه و میکروگرید می باشد.

میکروگرید می تواند بصورت متصل به شبکه کار کرده از حالت مجزا به حالت دیگر بصورت هموار سویچ کند. در شکل 1 , دو تغذیه کننده با منابع میکرو و یکی بدون هیچ گونه تولیدی نشان داده شده است که دارای بازه انتخابی گسترده ای می باشد. طی توزیع سیستم تغذیه حجیم, تغذیه کننده های a,b با استفاده از ابزار جداگانه های (سویچهای استاتیک) قابل جداسازی بوده تا اختلال به بارهای حساس را به حداقل برسانند. البته جداسازی بی معنی است اگر تولید محلی برای براورده سازی تقاضای بارهای حساس به اندازه کافی باشد. بارهای قدیمی روی تغذیه گر c برای حذف اختلالات رها می شوند.

* 1. **شاخص قابلیت اطمینان میکروگرید با مسیر کمینه**

بر اساس تحلیل بالا از حالت عملیاتی میکروگرید, برای بار حساس, ناتوانی a در سه حالت رخ می دهد :

1. ناتوانی (عیب) اجزا در محدوده کمیته
2. ناتوانی در عملیات جداگانه در زمان ناتوانی (عیب) تغذیه های خارجی
3. موفقیت عملیات جداگانه در زمان ناتوانی عملیات خارجی و ناتوانی تغذیه توزیع شده (بعنوان خطای درجه دوم)

در نتیجه نرخ ناتوانی , را می توان بصورت زیر بیان کرد:



زمان میانگین قطع برق خطا بصورت زیر است:



زمان میانگین قطع برق سالانه:



که

 بترتیب نرخ خطا و زمان ترمیم عنصر معیوب در مسیر کمینه بار a می باشد.

 بترتیب نرخ خطا و زمان ترمیم طبقات بالایی شبکه می باشند.

P احتمال عملیات جداگانه نا موفق می باشد.

 بترتیب نرخ خطا و زمان ترمیم خطای DG i می باشند.

C برای بارهای غیرحساس بر اساس  , می باشد, نرخ خطای آن با احتمال قطعی این بار ناشی از کمبود برق توزیع شده جمع می شود.  احتمال کمتر بودن برق توزیع شده از بار کل میکروگرید می باشد.



1. **مدل خروجی برق توربین بادی**

منحنی توصیف کننده روابط بین خروجی توربین بادی و سرعت باد , منحنی تغذیه توربین بادی نامیده می شود. شکل نشان دهنده نمونه از این منحنی بوده و تابع آن بصورت زیر بیان می شود:





شکل 2: منحنی خروجی الکتریکی WTG

اگر منحنی a-b در شکل 1 با خط مستقیم جابجا شود, تابع فرعی بصورت زیر نوشته می شود:



که: V سرعت باد در ارتفاع ایستگاه توربین, Vci شکاف سرعت باد, Vco قطعی سرعت باد, Vr سرعت باد تخمین زده شده , Pr برق خروجی تخمین زده شده می باشد.

1. **مدل سرعت باد شبیه سازی شده**

روشهای زیادی برای شبیه سازی سرعت باد وجود دارد که مهمترین آنها تحلیل سری های زمانی, توزیع ویبول دو پارامتری, و توزیع ریلی می باشد.نتایج آماری تعداد زیادی از داده های اندازه گیری شده نشان می دهد که در بیشتر مناطق, سرعت باد را می توان با استفاده از توزیع ویبول دو پارامتری اندازه گیری کرد. این تابع توزیع بصورت زیر است:



که: K پارامتر شکل توزیع ویبول بوده و نشان دهنده انحراف توزیع ویبول می باشد و مقدار آن 1.8 تا 2.3 می باشد با k=2 برای پارامتر مقیاس که نشان دهنده سرعت میانگین باد می باشد.

متغیرهای تصادفی تحت تاثیر توزیع داده شده را می توان با استفاده از اعداد تصادفی تولید کرد. عموما, روش بکار رفته تبدیل تابع معکوس می باشد. روش تبدیل تابع معکوس بر اساس پیش فرض های زیر می باشد: اگر متغیرهای تصادفی از توزیع یک شکل U[0,1] پیروی کنند, متغیر تصادفی  دارای تابع توزیع احتمال تجمعی F(X) می باشد. بر اساس روش تبدیل تابع معکوس اگر :



پس:



1-x و x متغیرهای تصادفی توزیع شده یک شکل می باشند.طوریکه 1-x را می توان با x جایگزین کرد. معادله بالا بصورت زیر نوشته می شود:



که Xi ها, متغیرهای تصادفی توزیع شده بک شکل می باشند:

مقادیر نمونه سرعت باد ساعتی را می توان با استفاده از معادله بالا محاسبه کرد.

1. **شاخص قابلیت اعتماد برق بادی**

با استفاده از توزیع ویبول, برای مدل سازی سرعت باد, که c , 8.03 , k , 2.02 می باشند, معادله مشخصه برق توربین بادی با استفاده از معادله 10 , برق تخمین زده شده برای هر توربین 1.2mw می باشد, با توجه به ارتفاع پروانه 60m , سرعت قطع ووصل باد , سرعت باد تخمین زده شده 3m/s,25m/s,12m/s می باشد, سرعت باد شبیه سازی شده و خروجی برق توربین بادی در 8760h محاسبه شده است. نتایج در شکلهای 3و4 نشان داده شده اند.



شکل 3: منحنی شبیه سازی توزیع ویبول در 8760 ساعت



شکل 4: منحنی خروجی الکتریکی نیروگاه بادی در 8760 ساعت

بر اساس اطلاعات آماری شبیه سازی , توزیع احتمال خروجی برق توربین بادی در جدول زیر نمایش داده شده است:

جدول 1: احتمال و میزان در دسترس بودن انرژی باد

 

1. شاخص اطمینان PV
   1. مدل خروجی برق

PV تکنولوژی بوده که انرژی نور را بر اساس اثر فتوولتایک واسط نیمه هادی, مستقیما به انرژی برق تبدیل می کند. بخاطر اثر بزرگ عوامل خارجی (دما, شدت تور, و غیره) , خروجی باتری مسلما غیر خطی است.

اندازه گیری دمای باتری مشکل است. در ماژولهای خورشیدی شیشه-شیشه , دمای باتری را می توان بر اساس فرمول تجربی زیر با استفاده از تخمین دمای محیط محاسبه کرد:



که: Tc دمای مولفه های باتری, Tamd دمای محیطی , و G پرتو خورشیدی دریافت شده می باشد.

برق خروجی PV را می توان بر اساس فرمول 12 محاسبه کرد:



که Pstc , برق آزمایشی ماکزیمم برای STC (وضعیت آزمایشی استاندارد: شدت نور خورشید 1000w/m2 , دمای محیط 25) , Gac شدت نور , Gstc , شدت نور برای stc 1000w/m2 , k ضریب دما-برق .0047 , tc برای پانلهای خورشیدی با دمای کاری, tt نیز دمای مرجع 25 درجه می باشد.

* 1. **شاخص اطمینان PV**

تصادفی بودن شدت نور خورشید و دمای عملیاتی باتری فتوولتیک باعث ایجاد اثر خاصی بنام قابلیت اطمینان همبندی سیستم انتقال به نیروگاه برق خورشیدی می شود که شبیه سازی آن مشکل است. در این مقاله شاخصهای قابلیت اطمینان pv با استفاده از داده های آماری شبیه سازی شده , نرخ خطا 5times/a می باشد و زمان ترمیم خطای میانگین 50 ساعت است.

**V . مثالها**

بدون در نظر گرفتن مدیر انرژی و کنترلر جریان برق, معماری میکروگرید شکل 1 را می توان بصورت شکل 5 ساده سازی کرد. تغییرات فرمول 1-4 , شاخص اطمینان بار حساس a و غیر حساس c را می توان محاسبه کرد. در این مدل ساده شده , pv فقط برای بار aموجود است.



شکل 5: مدل میکروگرید ساده شده

احتمال عملیات جداگانه موفقیت امیز بوسیله روش های مختلف کنترل تعیین می شود. بر اساس [3] , مقدار .7 را انتخاب کرده ایم. برای بار غیر حساس c , احتمال قطع بار در زمانی که مد عملیاتی جداگانه به اندازه کافی نیست, بوسیله میزان احتمال انرژی در دسترس جدول 1 تعیین می شود. پارامترهای دستگاه در جدول ii نشان داده شده اند.

جدول ii : شاخص اطمینان دستگاه ها



شاخص اطمینان بار در میکروگرید محاسبه شده و در جدول iii نشان داده شده است. این نتایج نشان می دهد که میکروگرید می تواند باعث کاهش قطعی بار تغذیه , و افزایش قابلیت اطمینان منبع به بار شود.

جدول III شاخص اطمینان بار در میکروگرید



Vi**. نتیجه گیری**

تکنولوژی میکروگرید که سیستم های تولید توزیع شده , دستگاه های ذخیره سازی انرژی, و بار را یکپارچه می کند, روش موثری برای حل مسایل سیستم تولید برق توزیع شده در مقیاس بزرگ می باشد. بر اساس دو حالت عملیاتی میکروگرید و انواع مختلف بارها, مدل قابلیت اطمینان میکروگرید ایجاد شده و شاخص قابلیت اطمینان این شبکه شامل برق بادی و خورشیدی می باشد که با استفاده از روش مسیر بهینه محاسبه شده است . با اینحال, با بهبود کنترل , تغییر مد عملیاتی میکروگرید دارای اثرات مختلفی بر قابلیت اعتماد شبکه می باشد. ضمنا, نحوه تعیین مدل منابع میکرو و ذخیره سازی انرژی بمنظور شبیه سازی نرخ خطا, به تحقیقات بعدی واگذار شده است.