



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : قدرت

عنوان:

پخش بار احتمالی سیستم قدرت با در نظر گرفتن عدم قطعیت منابع

تجدید پذیر با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو

دانشجو:

مجید محرمی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر عباس ربیعی

اردیبهشت 98

## تقديم به

### محضر ارزشمند مادرم عزيزم كه در تمام لحظات ومراحل مختلف زندگي

همواره دلسوزانه پشتيبان و همراهم بوده است.

## قدر دانی

با تشکر فراوان از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر عباس ربیعی که زحمات

بسیار فراوانی را در طول انجام این پروژه متحمل شدند و همواره با راهنمایی

ها و نکات ارزشمندی که متذکر شدند راه گشای نگارش و اتمام این پایان نامه

بودند.









## فصل اول

### ۱-۱ مقدمه

گسترش و پراکندگی شبکه های توزیع مشکلاتی را برای برنامه ریزان شبکه پدید آورده است. افزایش

توان عبوری افت ولتاژ در مراکز بار را پدید می آورد. مسئله مهم تری که در این پروژه به آن پرداخته ایم

فاصله بین تولید تا مصرف است که هرچه این فاصله کمتر باشد تلفات کاهش می یابد. مطالعات نشان می دهد

بیشترین تلفات مربوط به شبکه توزیع است به این سبب تمرکز این پروژه بر روی سیستم توزیع می باشد.

راه کارهایی برای بهبود شبکه ارائه و انجام شده است از جمله نصب خازن و کنترل توان راکتیو، بازآرایی

شبکه .

خازن گذاری با وجود این که هزینه اضافی متحمل بهره بردار شبکه می کند ممکن است مشکلاتی را

وجود آورد از جمله اضافه ولتاژ ، فرورزونانس ، عملکرد غلط رله های حفاظتی و...

باز آرای شبکه با وجود اینکه نیاز به نصب ادوات و وسایل جدید زیادی ندارد ولی در صورت گسترش

شبکه توزیع و افزایش توان درخواستی دیگر پاسخگو مصرف نخواهد بود.

در پی آن هستیم که فاصله تولید تا مصرف برق را کاهش دهیم و با تولیدات پراکنده با مقیاس های

کوچکتر به جای اینکه شبکه توزیع و مصرف به طور کامل وابسته به شبکه تولید باشد از وابستگی آن بکاهیم

و در صورت امکان در همانجا که مصرف داریم تولید انرژی بکنیم، که باعث کاهش چشمگیر تلفات در شبکه

انتقال، فوق توزیع و توزیع خواهد شد.

بدین منظور از ژنراتور های توزیع یعنی تولیدات پراکنده (DG) بهره خواهیم برد.

### تولیدات پراکنده ( $DG^1$ ) :

یک واحد برق کوچک است که می تواند به طور مستقیم به شبکه توزیع یا مصرف کنندگان بزرگ وصل

شود.

ژنراتور های توزیع مبتنی بر انرژی خورشیدی (PV)<sup>۲</sup> و نیز انرژی باد (WT)<sup>۳</sup> نسبت به بقیه ارجحیت

دارند زیرا آلودگی ندارند، هزینه مستمر (مثل سوخت فسیلی) زیادی برای بهره بردار ندارند و...  
این دو DG مکمل هم هستند، معمولا در نبود نور خورشید، وزش باد را داریم و بالعکس.  
روش های مختلفی برای بکارگیری DG های خورشیدی و بادی و بهبود شبکه استفاده شده است، که عمدتا با رویکرد قطعی حل شده است، در این مقاله رویکرد پیش رو احتمالی است.

## ۱-۲ ضرورت پخش بار

تحلیل یک شبکه قدرت شامل مطالعه آن در شرایط بهره برداری نرمال و پایدار (تحلیل پخش بار) و همچنین مطالعه آن در شرایط اتصال کوتاه (تحلیل اتصال کوتاه) می باشد. پخش بار یک ابزار ضروری و اساسی برای تحلیل حالت پایدار هر سیستم قدرت است. هدف اصلی از پخش بار پیدا کردن ولتاژ شین های مختلف می باشد که با کمک این ولتاژها می توان شارش توان های اکتیو و راکتیو در خطوط مختلف را برای یک شرایط بارگذاری مشخص بدست آورد. تقریبا در همه موضوعات مربوط به توسعه، بهره برداری و مدیریت شبکه های قدرت از قبیل کاهش تلفات، کنترل ولتاژ، برنامه ریزی توان راکتیو، خازن گذاری، تحلیل امنیت و... پخش بار جزء اولویت های اصلی می باشد.

تحلیل پخش بار همان مفهوم حل یک شبکه الکتریکی را دارد با این تفاوت که در اینجا شبکه الکتریکی، یک سیستم قدرت می باشد و معادلات آن غیرخطی می باشند. در تحلیل شبکه های الکتریکی همواره سعی بر پیدا کردن یکی از کمیت های ولتاژ (تحلیل گر) یا جریان (تحلیل مش) می باشد و با توجه به روابطی که این دو کمیت با هم دارند مشخص شدن یکی از آنها به مشخص شدن دیگری می انجامد. در تحلیل حالت مانا مدارات الکتریکی خطی، معادلات بصورت خطی خواهد بود. در شبکه های قدرت نیز پخش بار از آن جهت

که دو کمیت اصلی این شبکه ها یعنی ولتاژ و جریان را تعیین می کند از اهمیت بالایی برخوردار است. پخش بار از نگاه مداری، پخش بار یک شبکه قدرت تحلیل حالت مانای آن می باشد با این تفاوت که در این حالت معادلات بدست آمده غیر خطی بوده و باید با کمک روشهای تکرار حل شود. غیر خطی بودن معادلات در این

<sup>2</sup> Photo-Voltaic

<sup>3</sup> Wind Turbine









## ۳-۴ نتیجه گیری

شبیه سازی مسئله احتمالی به روش مونت کارلو در ۱۰۰۰ تکرار به همگرایی رسیده و انحراف معیار نتایج از جمله توان های تولیدی سلول خورشیدی و مزرعه بادی، تلفات و ولتاژ باس ها بسیار کم می باشد.

هیستوگرام نتایج نشان میدهد داده های احتمالی خروجی دارای توزیع های احتمال معینی هستند.

بررسی داده های شبکه قبل و بعد از حضور DG های تجدید پذیر مزرعه بادی و سلول های خورشیدی نشان می دهد حضور ایر DG ها در شبکه توزیع باعث می شود که افت ولتاژ کمتری در باس ها نسبت به زمانی که این منابع حضور ندارند، حاصل شود.

و نیز بررسی تلفات شبکه و افت ولتاژ این را نشان می دهد حضور DG ها مخصوصا زمانی که هر دو DG حضور دارند و تولید انرژی میکنند به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا میکند.

در زمان هایی از شبانه روز به دلیل اینکه شرایط جوی به گونه ای نیست که بتوان مدلسازی مسئله را

به صورت دقیق تری تخمین زد، بررسی نتایج و خروجی های پخش بار دارای انحراف معیار قابل توجهی می باشد، این مسئله را در ساعت ۱۳ در مدلسازی انرژی تولیدی توربین بادی مشاهده کردیم. به صورتی که

در ساعت ۱۳ در روزهای که وزش باد داریم، وزش باد با سرعت قابل توجهی می باشد که باعث می شود توان

تولیدی توربین بادی به مقدار نامی خود برسد و در قبال گاهی مطلقا وزش باد نداریم که صفر شدن توان تولیدی توربین بادی را در پی دارد.

در رابطه با توان تولیدی سلول خورشیدی در ساعاتی از شبانه روز تابش نور خورشید نداریم و این صفر شدن توان تولیدی سلول خورشیدی را در پی دارد.

دو موضوع فوق باعث می شود که در ساعاتی که انرژی تجدید پذیر نداریم، برای رسیدن به نتایج مطلوب

که کاهش تلفات و کاهش افت ولتاژ می باشد، باید از منابع انرژی دیگری از جمله باتری برای ذخیره سازی

انرژی و نیز دیگر منابع مانند ژنراتور ها با سوخت های فسیلی بهره برد. با توجه به گراف شبکه به این مهم باید توجه داشت که قرار گیری منابع انرژی در محل مناسب بسیار

حائز اهمیت است و بهره بردار شبکه به مسئله جایابی باید توجه بکند.

