



## دانشگاه زنجان

دانشکده برق و کامپیوتر

گروه برق

### پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان

کنترل ولتاژ، فرکانس و توان در ریزش شبکه‌ها

استاد راهنما

دکتر رضا نوروزیان

نگارش

مرتضی باقری

مرداد

۹۵

## تقدیر و تشکر

پروردگار بزرگ را ستایش می کنم که این همه نعمت و زیبایی را در گیتی آفرید تا بشر

آسوده خاطر زندگی کند.

نهایت تشکر و قدردانی از استاد بزرگوار، دکتر رضا نوروزیان، استاد راهنمای این پروژه

را دارم که با راهنمایی ها و دلسوزی های ایشان توانستم این پروژه را به انجام برسانم.

## مرداد ۹۵

## سرفصل ها

چکیده..... ۱

### فصل اول: تولید پراکنده در ریزشبکه

۱-۱ دلایل توجه به منابع پراکنده ..... ۳

۱-۲ تعریف تولید پراکنده ..... ۳

۱-۳ تعاریف منابع تولید پراکنده در کشورهای مختلف جهان ..... ۴

۱-۴ منابع انرژی پراکنده ..... ۵

۱-۵ شبکه های توزیع فعال ..... ۷

۱-۶ نیاز برای مدیریت منابع توزیع و کنترل آن ..... ۸

۱-۷ اهداف استفاده از تولید پراکنده ..... ۹

۱-۸ علل رویکرد به منابع تولید پراکنده ..... ۱۰

۱-۹ علل رویکرد به منابع تولید پراکنده در ایران ..... ۱۱

۱-۱۰ معایب استفاده از تولیدات پراکنده ..... ۱۲

۱-۱۱ معرفی منابع انرژی پراکنده (DER) ..... ۱۲

۱-۱۲ معرفی انواع تولیدات پراکنده ..... ۱۳

۱-۱۲-۱ توربین بادی ..... ۱۳

۱-۱۲-۲ فتوولتائیک (PV) ..... ۱۴

۱-۱۲-۳ پیل سوختی ..... ۱۴

۱-۱۲-۴ بیوماس ..... ۱۵

۱-۱۲-۵ واحدهای آبی کوچک ..... ۱۵

۱-۱۲-۶ میکروتوربین ها ..... ۱۵

۱-۱۳ اتصال منابع DG به شبکه ..... ۱۶

۱-۱۴ الزامات فنی اتصالات DG ..... ۱۸

### فصل دوم: ریزشبکه

۲-۱ مفهوم ریزشبکه ..... ۲۰

۲-۲ تاریخچه ریزشبکه ..... ۲۰

- دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۲-۱ ریزشبه مدرن در مقابل ریزشبه اوایل قرن بیستم..... ۲۱ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۳ انواع مد های عملکرد ریزشبه ..... ۲۴ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۳-۱ مد متصل به شبکه ..... ۲۴ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۳-۲ مد مستقل از شبکه (حالت جزیره ای) ..... ۲۴ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۴ ریزشبه های مبتنی بر اینورتر ..... ۲۴ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۵ ریزشبه به عنوان یک سلول انعطاف پذیر در شبکه های توزیع فعال ..... ۲۵ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۶ مزایای ریزشبه ها و دلایل استفاده از آنها ..... ۲۷ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۷ معایب ریزشبه ها ..... ۲۸ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۷-۱ سه دسته از چالش های موجود در استفاده از ریزشبه ها ..... ۲۸ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۷-۱-۱ چالش های اقتصادی ..... ۲۸ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۷-۱-۲ چالش های فنی ..... ۲۹ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۷-۱-۳ چالش های مدیریتی و قانونی ..... ۲۹ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۸ بهره برداری از ریزشبه ..... ۳۰ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۸-۱ مد ۱- بهره برداری موازی با شبکه ی قوی ..... ۳۰ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۸-۲ مد ۲- کاربرد موازی با شبکه ی قدرت ضعیف ..... ۳۱ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۸-۳ مد ۳- بهره برداری به صورت جزیره ای با یک تولید کننده ..... ۳۲ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۸-۴ مد ۴- بهره برداری از یک جزیره ی توان با تعداد بیشتری تولید کننده ..... ۳۲ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۲-۸-۵ مد ۵- مد عملکرد در هنگام تغییرات دینامیکی در شبکه ی قدرت ..... ۳۳ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

## فصل سوم: مفاهیم کنترل ریزشبه و کنترل فرکانس و ولتاژ و توان در ریزشبه

- ۳-۱ ساختار ریزشبه ..... ۳۴ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۳-۲ نیازهای تکنیکی برای عملکرد ریزشبه ..... ۳۷ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۳-۳ تهیه تجهیزات یا سرویس های کمکی ..... ۳۷ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۳-۳-۱ عملکرد جداسازی و کمک برای Black start ..... ۳۹ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۳-۳-۲ کارکرد های Black start ..... ۳۹ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۳-۴ کنترل DG با واسطه اینورتر ..... ۴۰ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- ۳-۴-۱ روش Master/Slave ..... ۴۰ دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق
۳-۴-۲	روش کنترل اینورتر PQ.....	۴۰	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۴-۳	روش کنترل اینورتر منبع ولتاژ (VSI).....	۴۱	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۵	حوزه مدیریت انرژی (EMM).....	۴۱	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۵-۱	کارایی منبع میکرو و مانیتورینگ.....	۴۲	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۵-۲	پیش بینی های آب و هوا.....	۴۲	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۵-۳	پیش بینی های بار.....	۴۳	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۵-۴	ترکیب ناهمگن بارها.....	۴۳	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۶	کنترل سلسله مراتبی و غیرمتمرکز.....	۴۵	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۷	کنترل ریزشبه.....	۴۵	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۸	عملکرد جزیره ای.....	۴۶	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۹	دسته بندی های کنترلی.....	۴۷	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۰	مشکل تنظیمات و مروری بر توان جاری.....	۴۸	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۰-۱	کنترل افتی اولیه.....	۴۹	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۰-۲	کنترل ثانویه.....	۵۰	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۰-۲-۱	تنظیمات فرکانس.....	۵۰	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۰-۲-۲	تنظیمات ولتاژ.....	۵۰	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۱	محدودیت های اساسی کنترل ولتاژ.....	۵۱	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۲	کنترلرهای DAPI برای ریز شبکه ها.....	۵۴	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۲-۱	زمان مداوم میانگین پراکندگی.....	۵۴	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۲-۲	تنظیمات فرکانس و توان اکتیو تزریقی.....	۵۵	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
۳-۱۲-۳	تنظیمات ولتاژ و توان راکتیو تزریقی.....	۵۷	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق
<b>فصل چهارم: نتایج شبیه سازی ریز شبکه ..... ۶۰</b>			
<b>فصل پنجم: نتیجه گیری..... ۷۶</b>			
<b>منابع و مآخذ..... ۷۸</b>			

## چکیده

افزایش وابستگی زندگی مدرن امروزی به تجهیزات الکتریکی و سیستم های کامپیوتری، نیاز به تغذیه توان با کیفیت و قابلیت اطمینان بالا را ضروری و لازم ساخته است. این نیاز در مورد بارهای حساس از قبیل بیمارستان ها ، سیستم های مخابراتی، مراکز اطلاعاتی، استادیوم های ورزشی و ... بیشتر احساس می شود. از طرف دیگر تولید توان در نیروگاه های متمرکز و انتقال آن با مشکلات بسیاری از قبیل آلودگی محیط زیست ، اشغال زمین های بسیار جهت خطوط انتقال و افت ولتاژ همراه است که باعث پرهزینه شدن برق در محل مصرف می شود [۴].

با توجه به این واقعیت ها در سال های اخیر، ضرورت توجه به تکنولوژی های دیگر تولید برق که به سرمایه گذاری کمتری احتیاج داشته، کیفیت و قابلیت اطمینان بالاتری دارند، کاملاً محسوس بوده است. پیشرفت های اخیر در فناوری های تولید توان در مقیاس کوچک و بهره گیری از انرژی های تجدید پذیر مانند فتوولتائیک و همچنین نوآوری ها در الکترونیک قدرت، باعث تمایل شرکت های برق به بهره برداری از واحدهای تولید پراکنده در سیستم توزیع و در نزدیکی مصرف کننده ها شده است [۴].

برای تغذیه مداوم بارهای حساس و استفاده از دیگر مزایای تولید پراکنده ، مفهومی به نام ریزشبکه (Microgrid) پدید آمده است. ریزشبکه، یک شبکه کوچک تغذیه ولتاژ پایین است که برای تغذیه یک مجموعه بار حساس محلی طراحی می شود. اجزای ریزشبکه شامل تولیدات پراکنده، بارهای حساس و ادوات ذخیره انرژی می باشد و دارای دو مد کاری است ، مد متصل به شبکه و مد مستقل از شبکه (جزیره ای) [۴].

مهم ترین چالش در استفاده از ریزشبکه ، کنترل آن است. هدف اصلی از کنترل، حفظ ولتاژ و فرکانس ریز شبکه در محدوده مجاز و تامین توان مورد نیاز بار در این شبکه است. اهداف دیگر هم چون کیفیت توان، قابلیت اطمینان و یا سهم بندی مناسب توان نیز ممکن است مد نظر باشند. برای کنترل بهتر، تولیدات پراکنده با واسطه اینورتر به ریزشبکه متصل می شوند و لذا منظور اصلی، کنترل اینورترهاست [۴].

سه مرحله کنترلی که شامل کنترل اولیه، ثانویه و ثالثیه است برای کنترل و حفظ فرکانس ریزشبکه به کار می رود. از کنترل ثالثیه به خاطر مسائل اقتصادی صرف نظر می شود. برای کنترل دقیق ریز شبکه باید کنترل اولیه و ثانویه مکمل همدیگر باشند، با این حال، کنترل ثانویه بیشترین تاثیر را در کنترل ریزشبکه دارد.

اصلی ترین چالش در مقابل این ریزش شبکه ها کنترل موثر آنها در شبکه برای رسیدن به عملکرد مناسب در حالت متصل به شبکه و همچنین حالت جزیره ای است. برای عملکرد جزیره ای یک ریزش شبکه، استراتژی های کنترلی متنوعی به وجود آمده است. برای مثال، برای کنترل توان اکتیو تولید کننده ها و کنترل بارهای اکتیو، کنترل افت بر مبنای ولتاژ و فرکانس را می توان اجرا کرد.

در این پروژه روش هایی برای کنترل فرکانس و ولتاژ ریزش شبکه ارائه شده است و هدف این روش های کنترلی، تولید برق در ریزش شبکه در کنار تولید برق شبکه سراسری است. برای این که برق تولید شده ریزش شبکه در شرایط مطلوب و قابل اعتمادی انجام شود و باعث ایجاد خسارت برای تجهیزات شبکه سراسری و بارهای مصرف کننده نشود، باید مقدار فرکانس و ولتاژ و توان تزریقی به طور مناسبی در دو حالت متصل به شبکه سراسری و جزیره ای کنترل شوند و مقادیر در محدوده خاص و مشخصی قرار بگیرند. ادوات الکترونیک قدرت نقش به سزایی در کنترل و عملکرد ریزش شبکه دارند و به عنوان واسط میان ریزش شبکه و تولید پراکنده به کار گرفته می شوند، به گونه ای تسهیل کننده تولید برق در ریزش شبکه است به همین دلیل باید بر کارایی و کیفیت این ادوات توجه بیشتری شود.

### کلمات شاخص: ریزش شبکه جزیره ای، کنترل افتی، تولید پراکنده، کنترل DAPI

## فصل اول

### تولید پراکنده در ریز شبکه

#### ۱-۱ دلایل توجه به منابع پراکنده

به طور کلی هر واحد تولید انرژی غیرمتمرکز، که دارای توان چند کیلو وات تا ۱۰ مگاوات باشد، می تواند در گروه برق آنالیز پراکنده قرار گیرد. لازم به ذکر است که اولین مولد در صنعت برق توسط توماس ادیسون بصورت مولد پراکنده مورد بهره برداری گرفته است. منابع تولید پراکنده موضوع جدیدی نیست بلکه از ابتدای شروع صنعت برق با نامهای متفاوت از جمله ژنراتورها، ژنراتورهای Back-up، سیستم های قدرت On-site، مولدهای پراکنده DER<sup>۱</sup>، DG<sup>۲</sup>، منابع انرژی پراکنده DER<sup>۲</sup>، سیستمهای انرژی پراکنده DES<sup>۳</sup> و تولید دفن شده EG<sup>۴</sup> شناخته شده است. تولیدات پراکنده یا تولید محلی به تولیدی اطلاق می شود که در سطح توزیع بکار گرفته می شود [۲].

#### ۱-۲ تعریف تولید پراکنده

تعاریف مختلفی برای تولیدات پراکنده بکار رفته است، ولی تعریف جامع و بدون محدودیت آن، عبارت است از "منبع انرژی الکتریکی که مستقیماً به شبکه توزیع و یا سمت مصرف کننده وصل می گردد." مقادیر نامی این تولیدات متفاوت است، ولی معمولاً ظرفیت تولید آن ها از چند کیلووات تا حدود ۱۰ مگاوات می باشد. این واحدها در پست ها و در فیدرهای توزیع، در نزدیکی بارها قرار می گیرند [۳].

مولدهای تولید پراکنده، صرف نظر از نحوه تولید توان آن ها، نسبتاً کوچک بوده و ظرفیت آن ها معمولاً کوچک تر از ۳۰۰ مگاوات می باشد و مستقیماً به شبکه توزیع وصل می شوند.

۱ Distributed Generation

۲ Distributed Energy Resource

۳ Distributed Energy system

۴ Energy Generation



### ۳-۱ تعاریف منابع تولید پراکنده در کشورهای مختلف جهان:

**استرالیا:** تولیدی است که به شبکه توزیع (تا ۱۳۲ کیلوولت) وصل می شود و قادر است مستقیماً بار خریدار را تغذیه نماید.

**فرانسه:** متصل شده به شبکه توزیع با قابلیت تغذیه مستقیم بارهای خریدار

**دانمارک:** تولیدی که مراکز دیسپچ بار منطقه ای را تحت تاثیر قرار ندهد.

**جمهوری چک:** تولیدی است که به شبکه توزیع (تا ۱۱۰ کیلوولت) وصل می شود.

**ایتالیا:** تولیدی که به ولتاژهای بالای ۰/۴ کیلوولت تا ۱۵۰ کیلوولت وصل می شود.

**پرتغال:** منابع انرژی تجدیدپذیر و تولید همزمان که به هر سطح ولتاژی متصل می شوند و دارای توان خروجی کمتر از ۱۰ مگاوات می باشند.

**انگلیس:** تولیدی است که به سیستم توزیع (تا ۱۳۲ کیلوولت) وصل می شود و ممکن است به صورت متمرکز مورد بهره برداری قرار گیرد.

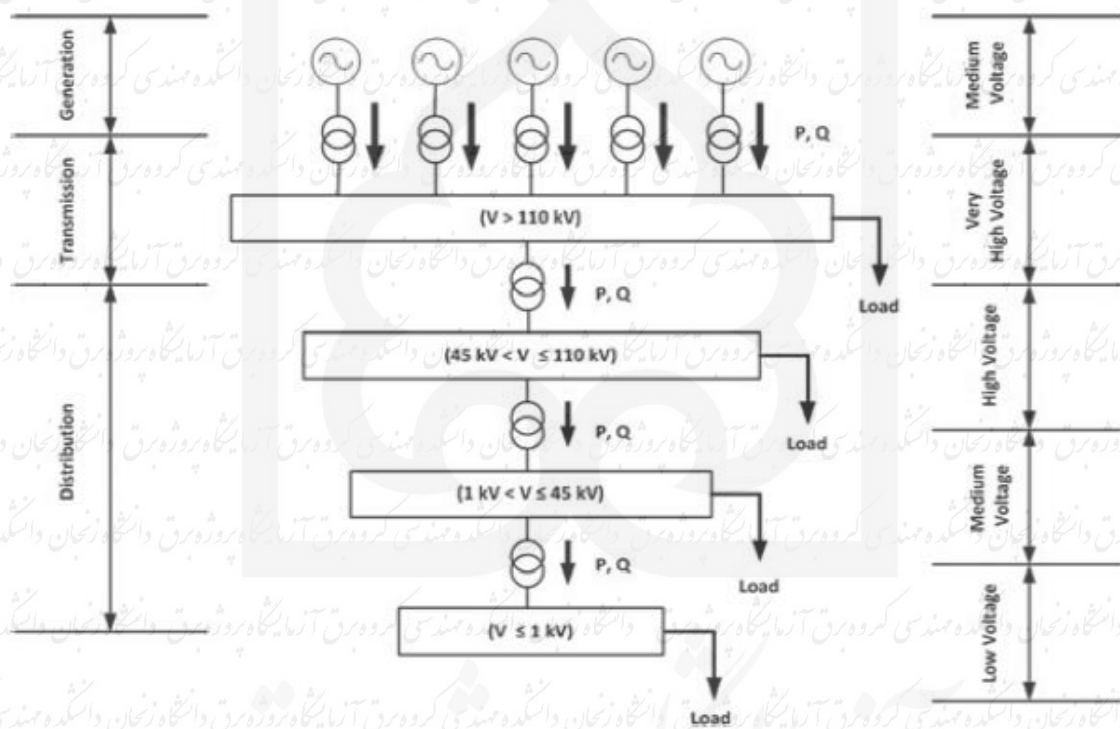
**آلمان:** تعریف مشخصی وجود ندارد ولی معمولاً به انرژی خورشید، بادی و آبی کوچک گفته می شود که به سطح ولتاژ تا ۲۰ کیلوولت متصل می گردند.

**آمریکا:** منابع کوچک تولیدکننده توان (از چند کیلووات تا ۵۰ مگاوات) که به شبکه توزیع در طرف شرکت برق

یا مصرف کننده متصل می شوند [۳].

## ۴-۱ منابع انرژی پراکنده

ساختار قدیمی سیستم های الکتریکی قدرت از دهه ی ۱۹۵۰ از یک ساختار یکنواخت با سه سطح مختلف پیروی می کند: تولید، انتقال و توزیع. مرحله تولید از طریق ژنراتور های بزرگ انجام می پذیرد که اغلب به سه دسته تکنولوژی بستگی دارد: واحدهای هیدرو، واحدهای حرارتی که به سوخت های فسیلی بستگی دارند (سوخت های اشتعال زا مانند زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی) و واحدهای هسته ای. این ژنراتورهای مرکزی می توانند توان الکتریکی را از طریق ترانسفورماتور به یک ولتاژ فشار قوی سیستم انتقال تغذیه نمایند. سیستم های انتقال می توانند فواصل طولانی در سطوح فشار قوی را پوشش دهند، سپس مورد استفاده قرار می گیرد تا توان الکتریکی منتقل شود و به مصرف کنندگان نهایی از طریق ترانسفورماتورهای توزیع تحویل داده می شود، همان طور که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است [۶].



شکل ۱-۱ ساختار قراردادی سیستم توان الکتریکی

به صورت یک نتیجه، سیستم قدرت پیش فرض، به وسیله جریان های یک طرفه انرژی از تولید تا سطوح توزیع که از اتصالات شبکه انتقال استفاده می کند، دسته بندی می شود، که در طراحی نیز تقریباً درست و نزدیک عملکرد را نتیجه می دهد. به علاوه، مزیت قدیمی معمولاً در مناطق جغرافیایی مناسب همراه با انحصار بازار محلی

تحت نظارت سخت گیرانه تنظیمات بدنه ها انجام می گیرد. این مزایا تولید، انتقال، امکانات توزیع را که همراه با خدمات نسبت داده شده مناطق و ساختار مالی تابع امکانات مورد نیاز برای تصدیق به وسیله بدنه های تنظیمی مناسب است را در بر می گیرد [۶].

در این مدت اخیر، مخصوصا در قرن بیست و یکم، یک پیشرفت در توسعه DG اتفاق افتاد، که بر خلاف تولید مرکزی سنتی بود. با این حال، به این معنی نیست که DG یک ایده جدید است. در حقیقت، در روزهای اول تولید برق، برق فقط مصرف کنندگانی را تغذیه می کرد که در نزدیکی واحدهای تولید توان بود. با این حال، برای برقراری تعادل میان تولید و مصرف، حافظه محلی (معمولا در باتری ها) در مقیاس کوچک تولید، مورد استفاده قرار می گیرد [۶].

ظهور انواع DG به طور قابل توجهی به چالش کشیده می شود و نیاز به تغییرات مهمی در راه سیستم قدرت الکتریکی دارد که در اکثر سطوح از طراحی تا عملکرد سیستم توان الکتریکی قابل توجه است، چون شبکه ها از شبکه های غیرفعال انحصاری به شبکه های فعال کامل تغییر می یابند. ساختار جدید سیستم توان الکتریکی در شکل ۱-۲ نشان داده شده است [۶].

این روزها، DG همراه مفهوم گسترده DER مورد توجه قرار می گیرد، که نقش کلیدی را در آینده سیستم های قدرت بازی خواهد کرد. DER فقط شامل DG نیست و تجهیزات منابع انرژی پراکنده همچون پاسخ بارها، جایی که دیگر مولف ها، منابع همراه ایده DER را شامل نمی شوند [۶].

به عبارتی، منابع مهم هم چنین می توانند در سمت تقاضا پیدا شوند. در نظر گرفته می شود که این منابع گروه سیستم مدیریت بار را شامل می شود که قادر به جابجایی مصرف برق از زمان های پیک به زمان های غیرپیک است و قابلیت انتخاب انرژی را مطمئن می سازد (پیک تقاضای بار را کاهش می دهد، افزایش قابلیت ساختار یا کاهش روی هم رفته تقاضای برق). در نتیجه، DER فقط بر اساس تولید محلی بر مقیاس اطراف مصرف کننده گروه نیست اما همچنین مفهوم کاهش پیک یا میانگین تقاضای مصرف کننده را می رساند، که تغذیه برق از توزیع را اعتبار زیادی خواهد داد [۶].

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

## فصل پنجم

### نتیجه گیری

از آن جایی که تلفات خطوط ولتاژ پایین بیشتر از خطوط ولتاژ بالاست، حداقل کردن فاصله فیزیکی و الکتریکی، که از مزایای استفاده از ریزشبكة است، می تواند به کاهش تلفات در حد بسیار بالایی کمک کند. ریزشبكة با افزایش قابلیت اطمینان سیستم و در کل برای کیفیت توان به غیر متمرکز سازی منابع تولید برای تطبیق بهتر عرضه و تقاضا و برای کاهش پیچیدگی انتقال و وقوع قطعی بزرگ کمک می کند. افزایش سطح قابلیت اطمینان در زمانی که عملکرد سیستم توزیع در بالادست شبکه مختل شده است از طریق اجازه دادن به میکروژنراتورها برای مستقل عمل کردن در حالت های گذرا می تواند به دست بیاید. اگر یک شبکه خارج شده باشد ریزشبكة می تواند بدون مشکل در حالت ایزوله شده به کار خود ادامه دهد. از دیدگاه اقتصادی هم ریز شبکه دارای مزایای قابل توجهی است. برای مثال، قیمت عمده فروشی الکتریسیته به طور متوسط در حدود ۳۰-۴۰ یورو بر مگاوات است، در حالی که قیمت خرده فروشی در حدود ۹۰-۱۰۰ یورو بر مگاوات است. شبکه توزیع و انتقال عهده دار این تفاوت است و تعادل اقتصادی مناسب بین سرمایه گذاری شبکه و تولید پراکنده می تواند بخش بزرگی از قیمت الکتریسیته برای آخرین مصرف کننده را (در حدود ۱۰٪) کاهش دهد. کاهش قیمت بیشتر می تواند به وسیله بهینه سازی ریزشبكة به وجود بیاید یعنی تولید توان محلی در پیک بارهای پر قیمت و خریداری کردن توان از شبکه زمانی که از نظر اقتصادی بیشتر مورد توجه است [۲].

ولتاژ و فرکانس به عنوان اصلی ترین ویژگی های شبکه الکتریکی باید همیشه در یک محدوده استاندارد قرار بگیرند. ضرورت کنترل فرکانس در شبکه بر هیچکس پوشیده نیست و فرکانس با تحمل خطای پایین باید به شدت کنترل شود. در ریزشبكة این کار با اتصال به شبکه به صورت اتوماتیک اتفاق می افتد و در حالت جزیره ای هم با توجه به ماهیت قالب مقاومتی خطوط ولتاژ پایین این امر با اتخاذ روش های کنترلی مناسب میسر است.

از سوی دیگر ولتاژ به عنوان یکی دیگر از مولفه های اصلی شبکه تحمل پذیری بیشتری نسبت به خطا دارد و این امر موجب انعطاف پذیر بودن شبکه ها از لحاظ استراتژی های کنترل ولتاژ می شود. مانند فرکانس ولتاژ شبکه نیز تا حدود زیادی تابع ولتاژ شبکه است و در حالت جزیره ای نیز ولتاژ با اتخاذ استراتژی مناسب کنترل ولتاژ که معمولا با استفاده از کلید زنی های اینورتر انجام می شود به شرط ماندن در محدوده توان قابل ارائه به آسانی

میسر است. کنترل ولتاژ و فرکانس بخش بسیار مهمی از این پروژه را تشکیل می دهد و به تبع آن مقدار توان راکتیو و توان اکتیو در محدوده خاصی کنترل می شود.

روش های زیادی برای کنترل ریزشبهکه مخصوصا در حالت جزیره ای ارائه شده است و همچنان روش های نوینی نیز مورد بحث قرار گرفته و ارائه می شود. مهم ترین مشکل در عدم استفاده گسترده از ریز شبکه ها، پیچیده بودن کنترل آن است، با وجود روش های بسیار زیادی که برای کنترل ریزشبهکه ارائه شده است، فعلا روش های موجود برای کنترل ریزشبهکه ها ایده ال و منسجم نیستند و خلا های زیادی وجود دارند که نیازمند تحقیق و ارائه روش های منسجمی است. هر چقدر کنترل ریزشبهکه مناسب و ساده و قابل اطمینان باشد، شاهد استفاده گسترده آن خواهیم بود و برق قابل توجهی را تولید خواهند کرد.

نتیجه بسیار مهمی که می توان گرفت این است که ریزشبهکه ها در آینده نزدیک بخشی از الکتریسیته مورد نیاز را تامین خواهند کرد، روش های زیادی که برای کنترل ریزشبهکه ارائه می شود حاکی از اهمیت بسیار بالای استفاده از ریزشبهکه برای تولید برق است. اگر شرایط قانونی استفاده از ریزشبهکه ها در ایران شفاف بشود و استاندارد و مقررات مشخصی برای بهره برداری از ریزشبهکه ها برقرار گردد و استاندارد های لازم برای بهره برداری، زیرساخت مخابراتی، کنترل و حفاظت آنها توسعه یابند، شاهد استقبال بیشتری نسبت به الان برای استفاده از ریزشبهکه

## منابع و مآخذ

[1] رضا نژاد اصل، احسان: ریزشبكة و کنترل مستقل آن، دانشگاه زنجان، ۱۳۸۹.

[2] سلیمانی، امیر: کنترل و تنظیم ولتاژ توسط ترانسفورماتورهای هوشمند در ریز شبکه های قدرت، دانشگاه زنجان، ۱۳۹۳.

[3] محبوبی فرد، علی رضا، تولیدات پراکنده، دانشگاه آزاد خمینی شهر، ۱۳۹۱

[4] سلیمانی امین، صنیعی محسن، مرتضوی سعیداله، کیای نژاد رضا، کنترل ولتاژ و فرکانس و سهم بندی توان تولیدات پراکنده با واسطه اینورتر در حالت های کاری مختلف یک ریزشبكة، پنجمین کنفرانس ملی نیروگاه های برق، ۱۳۹۱

[5] Secondary frequency and voltage control of Islanded Microgrids via Distributed Averaging , John W. Simpson-Porco , Student Member , IEEE , Qobad shafiee , Student Member , IEEE , Florian Dorfler , Member , IEEE , Juan C. Vasquez , Senior Member , IEEE , Josep M. Guerrero , Fellow , IEEE , and Francesco Bullo , Fellow , IEEE

[6] A view of microgrids , Joao Abel Pecas Lopez , Andre Guimaraes Madureira and Carlos Coelho Leal Monteiro Moreira

[7] Control of Transient Power During Unintentional Islanding of Microgrids , Walid R. Issa , Mohammad A. Abusara , and Suleiman M. Sharkh , Member , IEEE

[8] Investigation of the Technical and Economic Feasibility of Micro-Grid-Based Power Systems , EPRI , Palo Alto , CA: 2001. 1003973 ,EPRI PEAC Corporation ,Corridor Park Blvd942 , Knoxville, Tennessee 37932 , Principal Investigators , P. Barker , B. Johnson , A. Maitra

[9] Droop-Free Distributed Control for AC Microgrids , Vahidreza Nasirian , Student Member , IEEE , Qobad Shafiee , Student Member , IEEE , Josep M. Guerrero , Senior Member , IEEE , Frank L. Lewis , Fellow , IEEE , and Ali Davoudi , Member , IEEE

