

## بررسی شبکه توزیع برق شهری

اصغر قادری ۱، عبیدالله رئیسی ۲، دادخدا دانش پیپ ۲

۱ استادیار گروه برق دانشگاه آزاد واحد ايرانشهر

۲ دانشجوی کاردانی مهندسی برق، دانشگاه آزاد واحد ايرانشهر

### چکیده

شبکه انتقال مهمترین قسمت سیستم تأمین انرژی الکتریکی به مشترکین است که از آن می‌توان به عنوان استخوان‌بندی سیستم نام برد. بیشتر سرمایه شبکه‌گذاری انجام شده در برق به بخش توزیع اختصاص دارد که این امر نشان می‌دهد که سیستم توزیع از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار بوده و در نتیجه برای استفاده مناسب از این هزینه بالا نیازمند طراحی، ساخت، تعمیر، نگهداری، برنامه‌ریزی دقیق و مطالعات اجتماعی-صنعتی این شبکه‌ها می‌باشد. یکی از طراحی‌های معمول که در محوطه‌های صنعتی و مسکونی کاربرد فراوانی دارد، شبکه دو ولتاژ شامل فیدرهای فشار متوسط حلقوی و فیدرهای فشار ضعیف شعاعی است. در این راستا روش‌های مختلف توزیع و همچنین مشکلات خطوط توزیع مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفته است. در اینجا ابتدا روش‌های گوناگون توزیع برق بررسی شده سپس به مقوله‌ی مشکلات سیستم‌های توزیع پرداختیم. در انتها نیز دو روش که بهره‌برداری بهتر از سیستم‌های توزیع را مورد تحلیل قرار داده است، بررسی کرده-ایم.

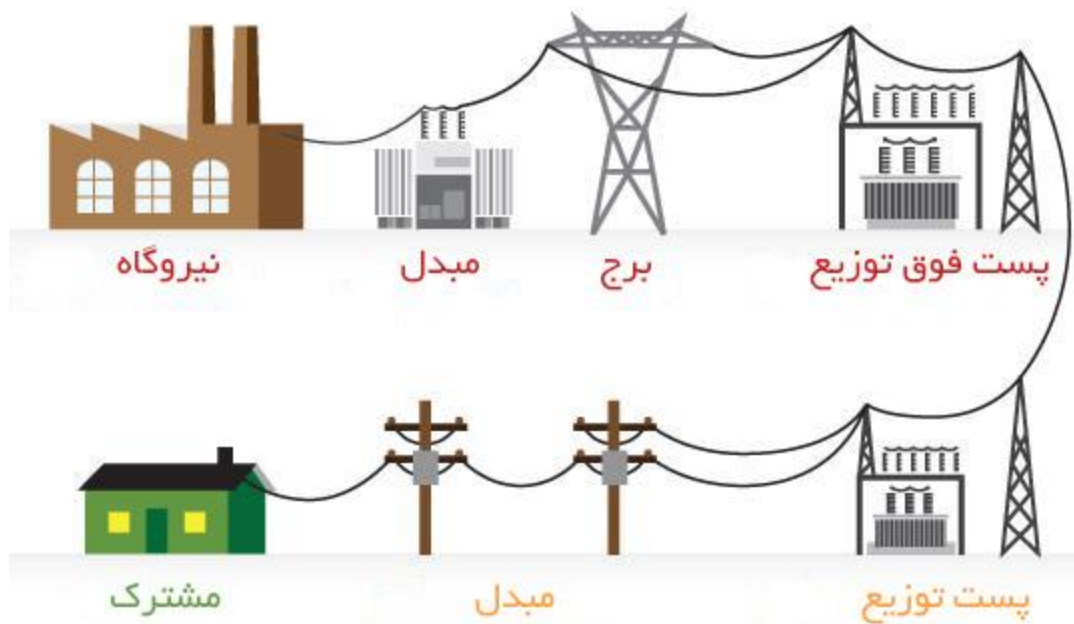
واژگان کلیدی: شبکه توزیع، حلقوی، شعاعی، غربالی.

## مقدمه

صنعت برق یکی از حیاتی ترین صنایع یک کشور به حساب می آید. در این میان، شبکه های توزیع انرژی الکتریکی، محل تلاقی مشترکین صنعت برق می باشد و اشکالات سیستم توزیع در این صنعت، از دید مصرف کنندگان، مشکل کلیه صنعت برق قلمداد خواهد شد. توسعه روز افزون، عدم پیش بینی صحیح این روند و عقب ماندگی تکنولوژی، همواره مشکلاتی را در سیستم توزیع انرژی الکتریکی به همراه داشته است. با توجه به اینکه ۳۵ درصد از سرمایه گذاری های صنعت برق، به بخش توزیع مربوط است و عدم طراحی صحیح، هدایت سیستم بدون برنامه ریزی و تعیین اهداف بدون کنترل پروژه ها، موجبات اعمال ضرر به سرمایه ملی، اتلاف انرژی و عدم رضایت و بدبینی مشترکین را به دنبال داشته است، بنابراین لزوم آموزش و انتقال دانش، نوآوری، رعایت نکات فنی و استانداردها، نظارت، کنترل و ارزیابی در سیستم های توزیع شدیداً احساس می شود.

با هر قدمی که در زندگی برداشته می شود، وابستگی جوامع بشری به منابع انرژی الکتریکی بیشتر احساس می شود؛ در این میان، ارتباط بین منبع تغذیه و مصرف کنندگان، به نام سیستم توزیع انرژی نقش حیاتی را ایفا می کند. این سیستم نه تنها از نظر کمیت توزیع انرژی الکتریکی اهمیت دارد، بلکه از نظر ارائه و استمرار تامین برق نیز با استانداردهای معتبر در کیفیت مطلوب مورد توجه قرار گرفته است.

انرژی الکتریکی، در نیروگاههای حرارتی توسط سوخت های فسیلی، یا پس از صرف هزینه های سنگین، با استفاده از پتانسیل آب سدها در توربین های آبی تولید شده از طریق خطوط انتقال انرژی، به مراکز مصرف انتقال می یابند. در این مراکز، ایستگاه های تبدیل، سطح ولتاژ را کاهش می دهند. این ولتاژ متوسط به وسیله شبکه های توزیع به محل مصرف کننده خواهد رسید. در محل مصرفی نیز، به کمک ایستگاه های ترانسفورماتوری توزیع، ولتاژ به حد قابل استفاده برای مصارف خانگی، صنعتی، تجاری، عمومی، کشاورزی و... تبدیل شده و به مصرف می رسد.



شکل ۱. شماتیک شبکه توزیع برق شهری

سیستم های قدرت، وظیفه تامین انرژی الکتریکی را از مرحله تولید تا مصرف به عهده دارند. این سیستم ها به چهار بخش عمده تولید، انتقال، توزیع و سرویس به مشترکین تقسیم می شود. امروزه، باتوجه به گستردگی فعالیت های چرخه تامین برق در انواع مراحل «تولید، انتقال، توزیع برق و خدمات بعداز فروش به مشترکین»، لزوم توجه بیشتر و اختصاصی تر به هر کدام از این شاخه های صنعت برق را جدی تر کرده است. ضرورت آموزش و استفاده از تخصص نیروی انسانی در هر یک از این بخش ها، باعث شد

تا براساس نوع فعالیت آن ها، وزارت نیرو به شرکت ها و سازمان های وابسته تقسیم گردد. که البته به دلیلی تفاوت زیاد این فعالیت ها معمولاً هر یک توسط تشکیلات جداگانه ای اداره می شوند.

در اوایل توسعه استفاده از انرژی برق، سیستم های توزیع اغلب جزو نیروگاه ها بودند، که با گسترش بهره گیری از انرژی الکتریکی، تقاضا از سیستم های توزیع نیرو بیشتر و بسیار پیچیده تر شد. این سیستم ها نه تنها مجبور بودند که تعداد زیادی از مصرف کنندگان را سرویس بدهند، بلکه باید بارهای انفرادی بزرگ را نیز تغذیه می کردند که امروزه، نیاز به نظارت دقیق تر و طراحی جامع تری را از لحاظ رعایت افت ولتاژ و کیفیت برق با قابلیت اطمینان بالا در سرویس دهی می طلبد. بنابراین «مهندسی توزیع نیرو» به طور پیوسته، با پهنه گسترده ای از مسائل مواجه است که خود از نظر اقتصادی، طراحی، مباحث علمی برای ساخت، تعمیر و بهره برداری بهینه، به صورت یک شاخه علمی در زمینه مهندسی برق تبدیل شده است. با گسترش بهره برداری از برق، تقاضاهای مصرف کنندگان از سیستم های توزیع نیرو نیز بیشتر و بسیار متنوع تر شد. این سیستم ها نه تنها مجبورند که تعداد زیادی از مصرف کنندگان شهری را سرویس بدهند بلکه باید بارهای انفرادی از جمله صنایع و کارگاه های تولیدی، چاه های آب کشاورزی، مناطق دوردست روستایی را نیز تحت پوشش نیرورسانی قرار دهند که در این حالت، نیاز به نظارت و رسیدگی دقیق تر به سطح تغییرات ولتاژ در انشعابات مشترکین وجود خواهد داشت. از سوی دیگر امروزه مصرف کنندگان، چنان قابلیت اطمینانی از سرویس دهی خواستارند که در آن، دفعات قطع برق کمتر و مدت خاموشی در زمان های کوتاه تر باشد. بنابراین، توجه به امر طراحی، احداث، تعمیر و نگهداری سیستم های توزیع، خود یک مبحث علمی روز شده و برای رعایت اصول فنی و اقتصادی در این شاخه از صنعت برق نیاز روزافزونی به چشم می خورد

شبکه های توزیع با توجه به اهمیت مصرف کنندگان و توانایی اقتصادی شرکت های وابسته و همچنین داشتن تخصص در نوع بهره برداری شبکه ها و در نهایت با توجه به علم و تخصص روز مهندسی می تواند مورد بهره برداری قرار بگیرد که در بهره برداری از این شبکه ها به هر نوعی که باشند باید به خواسته های زیر برسیم:

۱- شبکه حداکثر درجه اطمینان معرف را دارا باشد حتی در مواقع بروز عیب در قسمتی از آن.

۲- عیب یابی هنگام بروز عیب، سریع باشد.

۳- تلفات شبکه و همچنین افت ولتاژ بهینه باشد.

۴- شبکه دارای درجه اطمینان حفاظتی خوبی باشد.

هرچند که انواع شبکه های توزیع، تمامی نکات فوق را نتیجه نمی دهند اما در احداث شبکه ها باید با رعایت استانداردها به خواسته های ذکر شده در شبکه های توزیع برسیم.

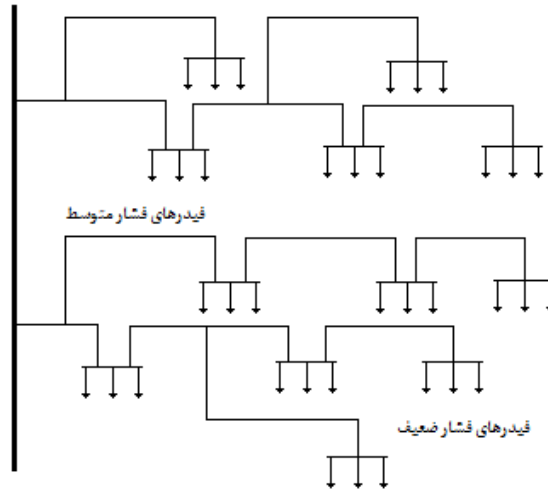
### انواع شبکه های توزیع

با توجه به سطح ولتاژ سیستم، شرایط جغرافیائی و تمرکز یا عدم تمرکز بار مصرفی، می توان از انواع مختلف شبکه های توزیع برای تأمین نیازهای مشترکین استفاده کرد. به طور کلی شبکه های توزیع می توانند هر نوع ساختاری را داشته باشند، ولی در حالت استاندارد می توان سه نوع ساختار کلی را برای شبکه های توزیع معرفی کرد:

#### ۱- شبکه شعاعی

در این سیستم مدار از شینه اصلی ( پست فوق توزیع) به ترانس های توزیع کشیده شده و به انتهای فیدر می رود. از مزایای این سیستم به ساده بودن شکل و ارزان بودن ساخت این شبکه می توان اشاره کرد. بزرگ ترین عیب شبکه شعاعی که استفاده آن را در کشورهای به خصوص پیشرفته با کاهش مواجه ساخته، بی برقی قسمت معیوب (قسمتی که دچار خطا شده) تا انتهای فیدر است که باعث افزایش هزینه انرژی فروخته نشده به مشترکین، کاهش قابلیت اطمینان سیستم و نارضایتی مصرف کنندگان خواهد شد. امروزه برای رفع این مشکل از خطوط مانور برای برق دار کردن قسمت بی برق توسط فیدرهای مجاور استفاده می شود. انتخاب تعداد خطوط مانور برای یک فیدر، همچنین انتخاب مهمترین نقاط برای انجام مانور (طول بهینه کابل یا خط مانور)، ملاحظات عایقی فیدرها و حداکثر جریان قابل تحمل کابل ها و خطوط (که فیدرهای مجاور تا چه حد می توانند بار فیدر معیوب را تحمل

کنند ( از جمله مواردی است که در این نوع شبکه ها باید مدنظر قرار گیرند. شکل ( ۲ ) ساختار ساده ای از یک شبکه شعاعی را نشان می دهد.

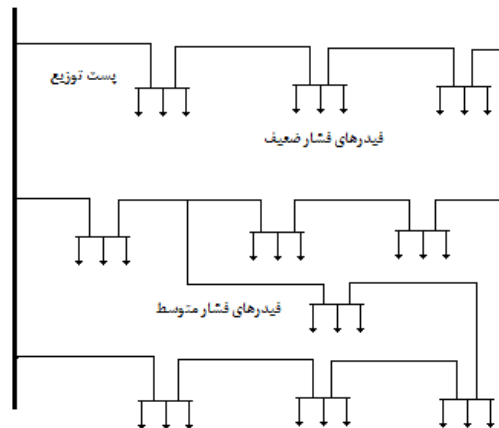


شکل ۲. ساختار ساده ای از یک شبکه شعاعی

## ۲- شبکه حلقوی

برای افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع، می توان آن ها را به صورت حلقوی طراحی کرد. بدین صورت که تغذیه فیدر فشار متوسط (24 kv) پس از شروع از شینه اصلی (پست فوق توزیع) و پس از گذشت از پست های توزیع دوباره به همان شینه برمی گردد. در این سیستم اگر خطایی روی شبکه ایجاد شود، بلافاصله سکسیونرها عمل کرده و قسمت آسیب دیده را از شبکه جدا می کنند. سایر قسمت های شبکه که تحت تأثیر خطا قرار گرفته اند، از مسیر دیگر فیدر تغذیه خواهند شد. این مکانیسم در سیستم های توزیع تحت عنوان بازایی شبکه نامیده می شود. این سیستم با توجه به خطوط انتقال طولانی تر نسبت به شبکه شعاعی گران تر است. شکل (۳) شبکه حلقوی نمونه را نشان می دهد. از مزایای این شبکه نسبت به شبکه شعاعی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- شبکه حلقوی در مقایسه با شبکه شعاعی خاموشی کمتری می دهد.
- شبکه حلقوی نیازی به استفاده از خطوط مانور ندارد.
- در این نوع شبکه ها نگرانی از بابت شکست عایقی خطوط وجود ندارد.



شکل ۳. ساختار ساده ای از یک شبکه حلقوی

شبکه های توزیع معمولاً به صورت حلقوی طراحی می شوند و به صورت شعاعی مورد بهره برداری قرار می گیرند. به این صورت که قسمتی از فیدر که میان دو پست توزیع از یک شبکه حلقوی (که سکسیونر در بین آن دو پست قرار دارد) واقع است، به عنوان خط مانور در نظر گرفته می شود و هر یک از دو قسمت فیدر که با سکسیونر جدا شده اند، از پست فوق توزیع تغذیه می شوند.

### ۳- شبکه غربالی

کامل ترین و درعین حال پیچیده ترین نوع شبکه های توزیع شبکه غربالی است. اولین سیستم تغذیه کننده فشار ضعیف غربالی اتوماتیک در سال ۱۲۲۲ در نیویورک نصب گردید و چون این سیستمها دارای ضریب اطمینان بالایی هستند، امروزه از آن در سیستم های توزیع استفاده می شود. بدین صورت که در این سیستم هر یک از پست های توزیع به چندین پست توزیع دیگر مرتبط هستند. در شبکه غربالی می توان از یک یا چند شینه فوق توزیع برای تغذیه شبکه استفاده نمود. این نوع شبکه بالاترین کیفیت سرویس دهی به مشترکین را دارا می باشد. در این سیستم در صورت بی برقی شینه فوق توزیع، مشترکین آن بی برق نمی شوند و از شینه مجاور تغذیه می شوند. به دلیل مسائل اقتصادی، پیچیده بودن هماهنگی ها و مشکلات بهره برداری، همچنین کنترل پخش بار و عملکرد عناصر حفاظتی از این شبکه کمتر استفاده می شود.

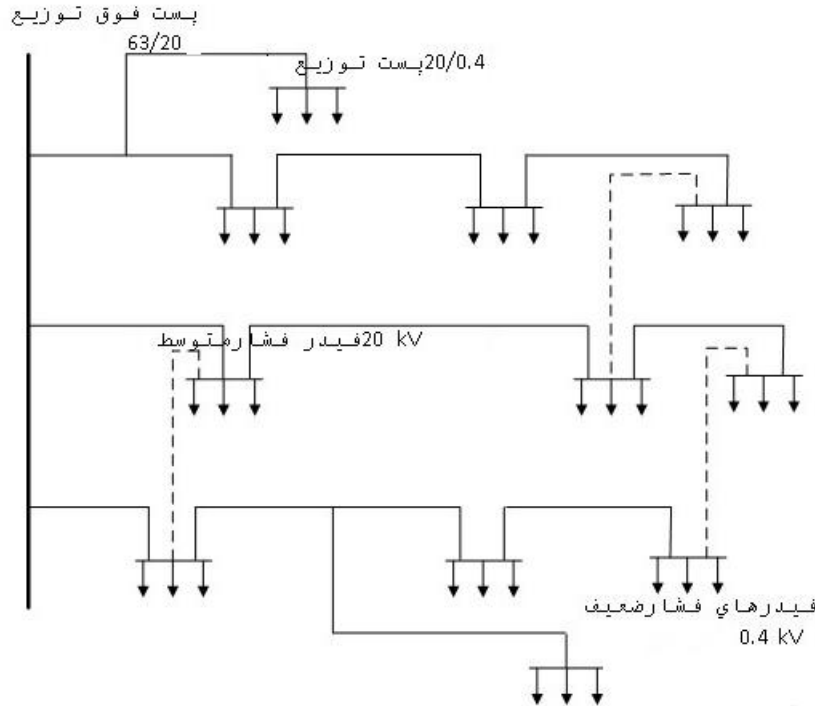
در شبکه های توزیع غربالی، به دلیل اینکه برخلاف شبکه های توزیع شعاعی، جریان هر فیدر با جریان های بار و شارژ خازنی گره های جلوی آن فیدر برابر نیست، بنابراین نمی توان از الگوریتم پخش بار شعاعی در آن استفاده کرد. بنابراین می بایست روشی جداگانه برای پخش بار این نوع از شبکه ها استفاده کرد. اولین قدم در اجرای الگوریتم پخش بار حلقوی، لایه بندی فیدرهای شبکه توزیع به منظور دستیابی به نقاط شکست موجود در شبکه غربالی می باشد. پس از پیدا کردن نقاط شکست شبکه غربالی، به راحتی با ردگیری جفت فیدرهای منشعب شده از نقطه شکست می توان به حلقه های موجود در شبکه دست یافت. با باز کردن شبکه توزیع غربالی از نقاط شکست، شبکه شعاعی حاصل می گردد. در این حالت برای جبران اثر باز نمودن حلقه ها از نقاط شکستشان می بایست جریان هایی را به دو انتهای باز شده نقطه شکست با علامت های مثبت و منفی تزریق کرد.

### شبکه توزیع ایران

شبکه توزیع ایران شبکه ای قدیمی است که دارای ساختاری شعاعی با خطوط مانور (که غالباً با روش استادکاری و نه مهندسی نصب و راه اندازی شده اند) می باشد. عدم مکانیزاسیون، مشکلات اقتصادی، عدم استفاده از نیروهای متخصص و مهندسی مشاور و نیز توسعه بی رویه شهرها و صنایع بدون توجه به مشکلات شبکه توزیع، شبکه توزیع ایران را در مقایسه با شبکه های توزیع کشورهای صنعتی بسیار عقب مانده تر قرار داده است.

طول عمر بیش از حد استاندارد کابل ها هم (بیش از ۳۴ سال) در اکثر نقاط کشور ضریب اطمینان شبکه های زمینی را به حداقل رسانده و به دنبال آن هزینه های گزافی در عیب یابی و مفصل زنی انرژی توزیع نشده و در ادامه درگیری با سازمان هایی نظیر شهرداری در حفاری ها را موجب شده است.

خوشبختانه در مهر و موم های اخیر با توجه بیشتری که به سیستم های توزیع شده است، حرکت های خوبی در زمینه مکانیزاسیون شبکه های توزیع صورت گرفته که پروژه های طرح های جامع شهرهای کشور از آن جمله اند. در این پروژه ها محاسبات پیش بینی بار، پخش بار، خازن گذاری، جایابی پست فوق توزیع و توزیع، قابلیت اطمینان، جایابی بهینه نقاط مانور و سکسیونرها، محاسبات سطح مقطع کابل ها و... انجام می شوند. انجام هر یک از این محاسبات به تنهایی کمک های بسیاری را به بهبود خدمات رسانی به مشترکین می نماید. شکل (۴) شمای ساده ای از اتصالات فیدرها در شبکه توزیع کشورمان را نشان می دهد.



شکل ۴. تصویر ساده‌ای از اتصالات فیدرهای شبکه توزیع در ایران

## عوامل به وجود آورنده نقاط ضعف در شبکه های توزیع

### ۱- نبود اطلاعات طبقه بندی شده و کافی در شبکه های توزیع

برخلاف بخش های تولید و انتقال که اطلاعات ورودی و خروجی آن ها به طور دائم بررسی و تحلیل واحدهای مهندسی قرار می گیرد. بخش توزیع (خصوصاً فشار ضعیف) فاقد چنین اطلاعاتی می باشد و اطلاعات موجود در این بخش را می توان فقط اطلاعات مربوط به قطع برق در اثر بروز حوادث خلاصه کرد که این فقدان اطلاعات در بخش توزیع باعث از دست دادن جایگاه این بخش عظیم از صنعت برق در آمارهای وزارت نیرو شده است و همچنین اطلاعات لازم باعث خسارات زیادی در این بخش می شود به صورتی که اکثر تعمیرات بعد از یک اتصال و حادثه انجام می گیرد و کمتر تغییراتی وجود دارد که قبل از بروز خسارت یا خساراتی به شبکه انجام شده باشد.

### ۲- رعایت نکردن استانداردهای فنی

رعایت نکردن استانداردهای فنی در موقع احداث شبکه های توزیع یا در موقع تعمیرات شبکه های توزیع مشکلاتی را موجب می شود. در هر قسمتی از صنعت پس از تدوین هر استاندارد و استفاده از آن، به مرور نیازها و مشکلات مرتبط با آن و معایب آن شناخته شده و تکمیل و تجدید در آن امری لازم و ضروری می باشد که در شرکت های توزیع استانداردهای استفاده شده در شبکه ها به دلایل زیر نیاز به بازنگری دارند:

۱- با توجه به گذشت چند سالی از تدوین استاندارد قدیم بایستی تحقیقات و بررسی های لازم جهت استاندارد نمودن محصولات جدید و منسوخ نمودن محصولات قدیم پذیرد.

۲- قیمت زیاد تجهیزات، دقت در امر خرید را طلب می کند و با توجه به گستردگی در پیچیدگی تجهیزات، دقت در مشخصات فنی وسایل، امکان مقایسه فنی محصولات سازندگان مختلف و مقید کردن آن ها به رعایت موازین استاندارد را فراهم می سازد.

۳- با توجه به افزایش کادر فنی متخصص امکان محاسبه و طراحی به صورت خاص و با توجه به شرایط هر منطقه می باشد لذا ایجاد یکنواختی باید تنها در مجموعه‌ها یا تجهیزاتی که تابع شرایط خاص محیطی نباشد صورت می‌گیرد؛ بنابراین به جای استفاده از طرح‌های نمونه با تنوع کم، معیارها و استانداردهای طراحی مطرح و در کنار آن در موارد خاص از طرح‌های نمونه با تنوع زیاد استفاده شود.

با توجه به اولویت‌ها و نیازهای فعلی شبکه‌های توزیع، استانداردهای زیر باید مورد بررسی قرار بگیرند.

✓ استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع

✓ استاندارد خازن‌های به کاررفته در شبکه‌های توزیع

در یک سیستم توزیع نوعی، بار روزانه به عنوان تابعی از زمان تغییر می‌کند از آنجاکه بار در ساعات معین مانند ساعات اولیه روز بسیار کم و در ساعات دیگر مثلاً ۲ صبح و ۵ بعدازظهر زیاد است بدیهی است که افت ولتاژ و در نتیجه توان راکتیو مورد نیاز نیز متغیر می‌باشد.

حال سؤال اینجا است که اگر نیاز به یک منبع توان راکتیو متغیر است این منبع چه مقدار باشد تا کارایی آن بیشینه شود و در عین حال مشکل ولتاژ نیز پدید نیاید؟ پاسخ این است که داشتن چنین منبعی غیرممکن نیست اما چنین منبعی بسیار گران خواهد بود به همین دلیل در شبکه‌های توزیع نیاز به استانداردهایی برای تعیین خازن‌های ثابت به مقداری که کارایی بیشینه داشته باشد دارد و در غیر این صورت نصب خازن‌هایی با ظرفیت‌های غیراستاندارد نه تنها باعث کاهش تلفات و کاهش افت ولتاژ دلخواه نمی‌شود بلکه امکان خسارت زدن به شبکه را نیز دارد.

✓ استاندارد راکتورهای به کاررفته در شبکه‌های توزیع

✓ استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای به کاررفته در شبکه توزیع

✓ استاندارد روشنایی معابر

✓ استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع: هرچند در حال حاضر تابلوهایی که در مناطق استفاده می‌شود می‌تواند خواسته‌های استانداردها را برآورده کند اما وجود تابلوهای قدیمی که همخوانی با استانداردهای روز ندارند و تعداد آن‌ها نیز چشمگیر می‌باشد موجب افزایش نقاط ضعف در شبکه‌ها می‌شوند که باید برای تقویت شبکه‌ها و رسیدن به استانداردهای روز تابلوهای قدیمی را با اصلاح یا از مدار خارج و از تابلوهای جدید استفاده کرد.

✓ استاندارد کابل‌های استفاده شده در شبکه‌های توزیع: با توجه به اینکه کابل‌های استفاده شده در این شبکه‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار هستند و استفاده درست و مناسب از آن می‌تواند یکی از معایب بزرگ که شبکه‌های توزیع که همان افت ولتاژ و تلفات باشد کاهش دهد در این مورد باید طول و مقطع کابل‌ها را با توجه به جریان عبوری از آن‌ها به صورت استاندارد مشخص کرد تا بتوانیم شبکه‌ها را در هر مورد بهینه کنیم.

✓ استاندارد انشعابات شبکه‌های توزیع: قسمت انشعابات در شرکت‌های توزیع وظیفه نصب و اصلاح و تست لوازم اندازه‌گیری را به عهده دارد و با توجه به حساسیت این قسمت که منبع درآمد شرکت‌های توزیع و برق منطقه‌ای‌ها است استانداردها در این بخش از اهمیت فوق‌العاده برخوردار هستند و به همین دلیل نیز تجهیزات استفاده شده نیز در این قسمت باید از استانداردهای روز تبعیت نماید اما در اکثر مناطق تجهیزاتی مشاهده می‌شود که هیچ‌گونه استاندارد را رعایت نکرده و هنوز بعد از گذشت سال‌ها تعویض نشده‌اند که از جمله این تجهیزات می‌توان تابلو نصب لوازم اندازه‌گیری را نام برد که امکان هرگونه استفاده غیرمجاز و یا دست‌کاری در آن‌ها وجود دارد و همچنین قدیمی بودن این تابلوها و گردوغبار و روغن نشسته شده بر روی لوازم این تابلوها باعث تلفات انرژی تا حد چشمگیری می‌شود که با بررسی شرکت‌های توزیع مشاهده شد که حدود ۳۴ درصد این تابلوها خارج از استاندارد و معایب مذکور را دارا می‌باشند و این معایب خود ضربه‌ای سنگین به اقتصاد و درآمد شرکت‌ها وارد می‌آورد که اگر سرمایه‌گذاری اولیه‌ای برای

تعویض این تجهیزات صورت پذیرد کمتر از دو سال این سرمایه به شرکت های توزیع خصوصاً برق منطقه ای برگردانده می شود.

### ۳- بی اهمیت خواندن شبکه های توزیع

درحالی که توجه زیادی به واحدهای تولید توان الکتریکی و خطوط انتقال انرژی می شود سیستم توزیع الکتریکی مورد توجه کمتری قرار گرفته است که این بی توجهی شاید بدین خاطر است که خطوط توزیع انرژی روی تیرها و در خیابان ها و در کوچه ها و در پشت ساختمان ها بدون جل بتوجه عبور کرده است. حتی در بعضی قسمت ها در زیرزمین خارج از دید عموم نصب شده اند. در روزگار اولیه، صنعت قدرت الکتریکی، تولید و توزیع انرژی قابل توجه نبود و سیستم توزیع وسعت کمی داشت و ناحیه مورد سرویس دهی کوچک و تعداد مشترکین و همچنین مقدار مصرف آن ها زیاد نبود اما اکنون که تعداد مشترکین و مقدار مصرف مشترکین زیاد شده است و همچنین کیفیت انرژی به صورت تنظیم ولتاژ و قابلیت اطمینان سرویس دهی مطر حشده است لازم است به شبکه های توزیع با دیر بازتری بنگریم و اهمیت بیشتری به آن بدهیم.

### ۴- عدم هماهنگی به موقع بین رشد سریع مصرف با تجهیزات موجود در شبکه

رشد سریع مصرف که ناشی از رشد فوق العاده تعداد مشترکین و مصرف سرانه می باشد یکی از علت های وجود ضعف در شبکه های توزیع می باشد بدین صورت که اگر در یک محل، ترانس با تجهیزات نصب می شود و شبکه ای نیز برای مشترکین موجود فعلی یا مثلاً چند برابر مشترکین فعلی احداث می شود، دیگر میل به موقع برای تقویت آن ترانس و تجهیزات آن نداریم تا اینکه اتفاقی رخ دهد یا ترانس بسوزد. یا اینکه مصرف کنندگان به علت خاموشی های زیاد و یا افت ولتاژ زیاد درخواست رسیدگی به شبکه را نمایند که این نارضایتی مشترکین و یا افت ولتاژها و خاموشی ها از مشکلات شبکه های توزیع می باشند که با تقویت به موقع تجهیزات شبکه، برای مشترکین جدید اضافه شده، می توانیم مشکلات ذکر شده را کاهش دهیم و این امر مستلزم حضور پرسنل فنی و متخصص می باشد.

### نتیجه گیری

صنعت برق یکی از حیاتی ترین صنایع یک کشور به حساب می آید. در این میان، شبکه های توزیع انرژی الکتریکی، محل تلاقی مشترکین صنعت برق می باشد و اشکالات سیستم توزیع در این صنعت، از دید مصرف کنندگان، مشکل کلیه صنعت برق قلمداد خواهد شد. توسعه روز افزون، عدم پیش بینی صحیح این روند و عقب ماندگی تکنولوژی، همواره مشکلاتی را در سیستم توزیع انرژی الکتریکی به همراه داشته است. در حال حاضر با در نظر گرفتن تمایل به بهبود وضعیت سیستم توزیع تلاش های زیادی در جهت بهینه سازی آن در ابعاد مختلف صورت می گیرد. قسمت عمده سرمایه گذاری در صنعت برق هر کشور به بخش های تولید و توزیع اختصاص دارد. از این رو می توان گفت که سیستم های توزیع جایگاه ویژه ای را در صنعت برق هر کشور دارا می باشند و بدین جهت برنامه ریزی و طراحی این سیستمها به طور بهینه و اقتصادی ضرورت دارد. افزونی تلفات در سیستم توزیع انرژی الکتریکی که خود مشتمل بر دو بخش فشار متوسط و فشار ضعیف است، معمولاً از دلایل متعددی ناشی می گردد که از آن جمله می توان به پایین بودن سطح ولتاژ و بالطبع زیاد بودن دامنه جریان و بالا رفتن RI2 عبور توان راکتیو در طول فیدرها، ساختار شعاعی شبکه، وجود عدم تعادل در جریان فازها، آلودگی هارمونیک و فرسودگی تجهیزات سیستم و نهایتاً به انشعابات غیرمجاز اشاره نمود.

### منابع:

حدادی، علیرضا، جمالی، صادق، تلاوت، وحید، ربیعی فردنیه، عبدالرضا، (۱۳۸۳) "امکان سنجی بهره برداری حلقوی از شبکه های توزیع فشار ضعیف از دیدگاه تلفات، قابلیت اطمینان و هماهنگی حفاظتی" نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق.



سوادی پور، مهدی، (۱۳۹۶)، انواع شبکه‌های توزیع و بررسی ساختار شبکه‌های فشار ضعیف حلقوی و شعاعی، دومین کنفرانس ملی تحقیقات بین رشته‌ای در مهندسی کامپیوتر، برق، مکانیک و مکاترونیک، بوئین زهرا، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا.

غریب پور، حسن، فصیحی، مهرداد،، علی اکبر گلکار، مسعود، (۱۳۹۰) "پخش بار شبکه‌های توزیع شعاعی و حلقوی ضعیف به روش پرسو-پیشرو تعمیم یافته"، نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران، تهران، ۱۴ اردیبهشت.

<http://saa.ir/Fa/VArticle/141023/%D8%A2%D8%B4%D9%86%D8%A7%DB>