

عوامل بنیادین تلفات برق

تعاریف متنوعی برای تلفات برق شبکه‌های توزیع ارائه شده است که جامع‌ترین آنها تلفات را تفاضل بین انرژی الکتریکی ورودی از مبادی و روش‌های مختلف به سیستم اعم از پست‌های فوق توزیع و منابع تولید در سطح توزیع و انرژی الکتریکی که هزینه آن از مصرف‌کنندگان گرفته می‌شود تعریف می‌کند. این تعریف هم تلفات فنی و غیرفنی و هم تلفات تجاری را شامل می‌شود.

در کشورهای پیشرفته و توسعه‌یافته تلفات شبکه‌های انتقال و توزیع در دهه‌های گذشته به‌طور برنامه‌ریزی‌شده‌ای در حال کاهش بوده و در بسیاری از کشورهای صنعتی در حالی که تلفات بخش انتقال به حداکثر ۵/۱ درصد محدود شده است مجموع تلفات در شبکه در اکثر کشورها به زیر پنج درصد رسیده است.

در اکثر کشورهای دیگر پتانسیل زیادی برای کاهش تلفات شبکه وجود دارد. از طرفی کاهش تلفات به‌ویژه در دوره زمانی اوج بار از اهمیت بیشتری برخوردار است، چراکه در این دوره زمانی تلفات سیستم انتقال و توزیع در بالاترین حد خود قرار داشته و نیز محدودیت تولید و ظرفیت شبکه اهمیت تامین نیاز مصرف‌کنندگان را دوچندان می‌کند. اتلاف انرژی در این دوره زمانی سیستم‌های قدرت را ناچار به توسعه شبکه برق کرده و نیز هزینه خرید برق را افزایش می‌دهد که نشانگر این واقعیت مهم اقتصادی است که ارزش واحد تلفات انرژی سالانه به قیمت تمام‌شده انرژی میل کرده، در حالی که ارزش تلفات در دوره اوج بار متناسب با هزینه توسعه زنجیره تامین برق است. صرف‌نظر از تلفات تجاری مربوط به عدم وصول که نشانگر میزان انرژی با درآمد لاوصولی است، تلفات بر اساس منبع ایجاد آنها به دو دسته کلی فنی و غیرفنی تقسیم می‌شوند. تلفات فنی یا به بیانی تلفات فیزیکی به کیفیت تجهیز، طراحی، نصب و بهره‌برداری شبکه، ولتاژ و طول خطوط بستگی دارد. تلفات فنی نیز به سه نوع متغیر، ثابت و خدمات شبکه تقسیم می‌شود. شبکه قدرت متشکل از تجهیزات آهنی، مسی، آلومینیومی و بسیاری از عناصر با مقاومت الکتریکی غیرصفر است و این عناصر وقتی در معرض عبور توان و جریان قرار می‌گیرند، متناسب با توان دوم جریان انرژی تلف می‌کنند. این تلفات به ولتاژ شبکه، امپدانس شبکه، ضریب بار شبکه و کیفیت توان شبکه بستگی دارد و در کل می‌توان گفت حدود دوسوم تا سه‌چهارم کل تلفات فنی مربوط به این بخش از تلفات می‌شود. باید توجه داشت که کاهش بخش ثابت تلفات فنی نیاز به سرمایه‌گذاری وسیعی دارد. ولی برای بخش متغیر تلفات استفاده از روش‌های ترکیبی مدیریت بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری می‌تواند مفید واقع شود. مقداری از انرژی الکتریکی نیز که صرف انرژی‌دار شدن شبکه می‌شود تلفات ثابت نامیده می‌شود. این نوع تلفات به میزان بار شبکه ارتباط زیادی ندارد و در حالت بی‌باری نیز رخ می‌دهد. این نوع تلفات در حدود یک‌سوم تا یک‌چهارم کل تلفات فنی را تشکیل می‌دهند. بعضی از مصارف نیز در شبکه وجود دارد که با اطلاع شرکت توزیع صورت می‌گیرد و برای آن هیچ قراردادی بین شرکت توزیع و مصرف‌کننده وجود ندارد. این تلفات را تلفات خدمات شبکه می‌گویند که در ایران معمولاً در تلفات غیرفنی ادغام می‌شود. با اینکه توصیه می‌شود با ارائه انشعاب موقت و اندازه‌گیری انرژی حتی در زمان‌های محدود مانند اتفاقات اجتماعی تا حد زیادی از بروز این تلفات جلوگیری کرد. علاوه بر این تلفات، تمامی انرژی مصرفی مشترکین را نمی‌توان به‌صورت دقیق اندازه گرفت. این تلفات اضافی خود را به‌عنوان انرژی از دست‌رفته نشان می‌دهد، این تلفات را غیرفنی می‌نامند. درواقع تلفات غیرفنی میزان انرژی را نشان می‌دهد که تحویل داده شده است، ولی برای آن هیچ صورت‌حسابی صادر نشده و کاربردهای آن ناشناخته است. با توجه به آمار بانک جهانی هند و برخی کشورهای آفریقایی در زمینه تلفات غیرفنی در رتبه نخست قرار دارند. تلفات غیرفنی

نیز با توجه به منشأ بروز به سه دسته تجهیز، اطلاعات و محاسبات انرژی شبکه تقسیم می‌شود. تلفات ناشی از تجهیزات سیستم به دو صورت خطای دستگاه اندازه‌گیر، سرقت و تقلب به دلیل دخالت غیرقانونی در تجهیز و خطای خود تجهیز می‌تواند صورت بگیرد. در حالت تلفات غیرفنی با منشأ اشتباه در اطلاعات انرژی تحویلی و مصرف‌شده، اطلاعات آن به صورت اشتباه عمدی یا غیرعمدی در پایگاه‌های اطلاعاتی بیلینگ ثبت شده یا اصلاً ثبت نمی‌شود. برای اندازه‌گیری تلفات غیرفنی از اندازه‌گیری که از تلفات فنی با استفاده از مدل کردن شبکه به دست آورده شده است، استفاده می‌شود؛ به این صورت که تلفات غیرفنی تفاضل بین تلفات کل و فنی است. با توجه به نظرسنجی «موسسه سیرد» که از ۱۷ شرکت توزیع در مورد توانایی شرکت برای تمایز قائل شدن بین تلفات فنی و غیرفنی پرسیده بود، ۱۲ شرکت توزیع جواب مثبت و پنج شرکت جواب منفی داده بودند. می‌توان نتیجه گرفت که انجام کارهای ذکرشده برای تمایز تلفات به فنی و غیرفنی کار ساده‌ای نیست. یکی از اقدامات اصلی در کشورهای پیشرو در کاهش تلفات سنجش‌پذیر کردن آن است. در اندازه‌گیری تلفات روش‌های پنج‌گانه زیر مرسوم است: ۱- تفاضل انرژی اندازه‌گیری‌شده ورودی به شبکه از طریق کنتورهای منصوبه در مبادی شبکه و انرژی فروخته‌شده یا تحویل‌شده اندازه‌گیری‌شده با کنتورها. در این روش هرچه تجهیزات اندازه‌گیری در نقاط مختلف شبکه افزایش یابد امکان محاسبات تلفات و تفکیک مکانی آنها بهتر انجام می‌گیرد. این روش در صورت عدم استقلال سیستم بیلینگ از شرکت‌های توزیع و به خصوص وجود نرخ‌های مخفف می‌تواند موجب نامتقارنی اطلاعات بین شرکت‌های توزیع و نهادهای بالادست شود. ۲- توسعه سیستم‌های AMI و استفاده از اندازه‌گیری‌های همزمان انرژی در قسمت‌های مختلف. این روش نیاز به سرمایه‌گذاری وسیعی داشته ولی پروفیل زمانی و مکانی تلفات با استفاده از این روش ممکن خواهد بود. ۳- استخراج شبکه‌های نمونه و محاسبات تلفات در آنها و تعمیم نتایج به کل شبکه. این روش مبتنی بر دسته‌بندی و روش‌های استخراج داده بوده و دقت روش به دقت دسته‌بندی برخواهد گشت. حجم محاسباتی در این روش نسبت به روش قبل کاهش خواهد یافت. البته در صورت دسته‌بندی شبکه‌ها از نظر تلفات غیرفنی و اندازه‌گیری میدانی تلفات غیرخطی در دسته‌های نمونه می‌توان دید مناسبی از میزان تلفات غیرفنی نیز پیدا کرد. ۴- استفاده از مدل کردن اجزای فیزیکی و ساختن مدل کلی شبکه با محاسبات پخش بار و محاسبه میزان تلفات شبکه. این روش نیازمند اطلاعات استاتیکی شبکه و اطلاعاتی از تغییرات بار است. حجم محاسبات در این روش بسیار گسترده است و معمولاً نمی‌توان همه اقسام تلفات غیرفنی را محاسبه کرد. ۵- استفاده از فرمول‌های عمدتاً تجربی ارتباط‌دهنده ضریب بار و میزان به تلفات. این روش تقریبی بوده ولی سهولت محاسباتی قابل توجهی دارد. از طرفی انتخاب فرمول تجربی مربوط به شبکه خاص هم از مشکلات این روش است. اقدامات بعدی در کاهش تلفات تمرکز بر شناخت انواع مولفه‌های تلفات فنی، غیرفنی و تعیین سهم آنها و ارائه راهکارهای فنی، مدیریتی و مالی و در زیر چتر عمومی مدیریت دارایی است. به صورت کلی در مورد تلفات فنی می‌توان گفت تلفات ثابت، مانند تلفات هسته در ترانسفورماتور، می‌تواند به عنوان مثال با استفاده از ترانسفورماتورهای کارآمدتر کاهش یابد. با این حال، بررسی‌ها نشان می‌دهد که تلفات متغیر بیش از تلفات ثابت به افزایش تلفات فنی کمک می‌کند. این بدان معنی است که اکثر تلاش‌هایی که در کاهش تلفات فنی در کشورهای پیشرو گزارش شده عمدتاً متمرکز بر کاهش تلفات متغیر است. در زمینه تلفات غیرفنی نیز تمرکز بر انتظام سیستم بیلینگ یا حتی تعریف نهادهای مستقل از شرکت سیم‌دار توزیع برای قرائت و صدور صورت‌حساب و وصول مطالبات مدنظر قرار گرفته است. تمرکز بر داده‌کاوی و نیز علم تحلیل داده به صورت وسیعی در حال گسترش در حوزه کاهش تلفات است. نگاهی به تجربیات با نگاهی به تجربیات سایر کشورها در موضوع کاهش تلفات الکتریکی که برگرفته از گزارش‌های بانک جهانی، آژانس بین‌المللی انرژی، سیرد (CIRED) و موسسه تحقیقات برق (EPRI) است نکات مهم زیر قابل استنتاج و استخراج است: در صورتی که نظامات مالی طراحی‌شده توسط رگولاتورها و دولت‌ها منافع

اقتصادی حاصل از کاهش تلفات شبکه را به خود شرکت‌های برق اختصاص دهند، انگیزه شرکت‌های توزیع برای کاهش تلفات افزایش یافته و این شرکت‌ها مناسب‌ترین رویکردها و روش‌ها را برای کاستن از تلفات به کار می‌گیرند. اداره شرکت‌های توزیع برق به صورت خصوصی یا استفاده از مدل تامین نقدینگی مبتنی بر عملکرد می‌تواند در راستای این هدف باشد. تاکید صرف مراجع بالادستی بر عدد کاهش تلفات بدون توجه به اصلاحات فرآیندی و فراهم ساختن زیرساخت‌ها و نیز عدم توجه کافی به تفاوت‌های شرکت‌های توزیع در حوزه‌های فنی و مشترکین، سبب ایجاد چرخه رقابت غیرسازنده شرکت‌های برق شده و نیز باعث بروز نامتقارنی در اطلاعات بین شرکت‌های توزیع و نهادهای بالادستی می‌شود. به بیانی دیگر در این حالت نشان دادن تلفات کمتر از طرف شرکت‌های توزیع برق به مدیران بالادست از خود کاهش تلفات مهم‌تر می‌شود. تفکیک تلفات انرژی در طول بازه سالانه و تلفات در دوره اوج مصرف با توجه به تفاوت قابل توجه ارزش آنها در طراحی سناریوهای کاهش تلفات باید مدنظر قرار گیرد. در این صورت بسیاری از طرح‌های کاهش تلفات با توجه به اثرگذاری آنها در کاهش پیک بار به خصوص در شرکت‌هایی که در شرایط حدی بهره‌برداری می‌شوند توجیه‌پذیر می‌شود. در صورت تاکید بیش از حد بر کاهش تلفات غیرفنی با توجه به سهل‌الوصول بودن اقتصادی آنها، معمولاً تلفات در یک دوره کوتاه‌مدت با نرخ شدیدی کاهش یافته و در ادامه در دوره‌ای ثابت مانده و در نهایت در دوره سوم تلفات شیب افزایشی خواهد داشت. مساله‌ای که به کرات در شرکت‌های توزیع برق در کشورهای دیگر گزارش شده است. استفاده از ظرفیت‌های بخش خصوصی در قالب قراردادهای EPCF در کاهش تلفات می‌تواند یکی از راهکارهای موثر برای کمک به شرکت‌های توزیع جهت اجرای پروژه‌های کاهش تلفات به خصوص در حالت وجود محدودیت‌های منابع مالی باشد به طوری که مجموعه‌های خصوصی طرف قرارداد در سود کاهش تلفات با شرکت‌های توزیع سهیم می‌شوند. افزایش هزینه تمام‌شده برق می‌تواند سبب توجیه‌پذیر شدن پروژه‌های کاهش تلفات شود، به طوری که درصد تلفات کمتر در کشورهایی که از سوبسید انرژی برخوردار نیستند قابل توجیه است. در صورت واقعی نبودن قیمت تمام‌شده برق، کاهش تلفات به صورت دستور مدیریتی بوده و به صورت اقتصادی قابلیت پیگیری ندارد. در برخی کشورها عاقدانه مبارزه‌ای برای استفاده غیرمجاز از برق انجام نمی‌گیرد که این خود به عنوان پرداخت یارانه انرژی به برخی شهروندان است. این روش بدترین نوع حمایت از اقشار ضعیف محسوب می‌شود که عملاً شبکه را با افزایش تلفات روبه‌رو کرده و بدعادت‌ی را رواج و سرایت می‌دهد. ورود ترم جدیدی به ادبیات اداره شرکت‌های توزیع با عنوان «خرید تلفات» از شرکت‌های فعال در کاهش تلفات که نرخ آن معادل نرخ برق تجدیدپذیر است. به عبارتی کاهش تلفات را به نوعی معادل تولید برق پاک و سبز ارزیابی می‌کنند. در سیستم‌های توزیع با تعرفه‌های مخفف تاکید صرف استفاده از قرائت انرژی ورودی و خروجی جهت محاسبه تلفات چندان قابل اعتماد نیست و بهتر است از روش‌های دیگر مانند محاسبه تلفات شبکه‌های نمونه استفاده کرد. با نگاهی به نکات کلیدی اشاره‌شده، لازم است اقدامات زیر در خصوص کاهش تلفات در شبکه‌های توزیع ایران مورد توجه قرار گیرد: محاسبه دقیق تلفات در شرکت‌های توزیع و حتی امورها می‌تواند کمک شایانی به تنظیم این شرکت‌ها از دیدگاه تلفات توسط شرکت توانیر باشد. استفاده صرف از روش اندازه‌گیری انرژی ورودی و تحویلی با توجه به عدم استقلال سیستم بیلینگ و کافی نبودن کنتورهای هوشمند و از همه مهم‌تر نرخ‌های مخفف قابل توجه یا مصارف با نرخ صفر می‌تواند دقت این محاسبات را با شک و تردید روبه‌رو سازد. استخراج مولفه‌های تلفات فنی و غیرفنی در شرکت‌های توزیع و تعیین تاثیر هر مولفه در میزان تلفات اقدام اساسی برای طراحی برنامه‌های کاهش تلفات است. با توجه به اینکه این تسهیم در هر شرکت توزیع یا حتی در هر امور آن مستقلاً باید انجام گیرد لازم است این کار با استفاده از ظرفیت‌های پژوهشی یا مشاوره‌ای کشور انجام گیرد و به صورت دوره‌ای به‌روزرسانی شود. در ضمن راهکارهای کاهش تلفات

به همراه میزان اثربخشی و هزینه لازم تعیین شود. این کار استراتژی هر شرکت توزیع برای کاهش تلفات را تعیین خواهد کرد. برنامه‌های طراحی شده باید انعطاف‌پذیر و در هر سال بسته به شرایط اقتصادی و فنی حاکم بر شرکت به‌روز شود.

به نظر می‌رسد که رویت‌پذیر کردن شبکه‌های توزیع به‌خصوص با توسعه سیستم رویت ترانسفورماتورها یا پست‌های توزیع (DTM) در طراحی و نظارت بر اثربخشی انجام پروژه‌های کاهش تلفات می‌تواند در اولویت قرار بگیرد. بسیاری از پروژه‌های کاهش تلفات چه در حوزه طراحی یا بهره‌برداری و نیز خدمات مشترکین منافع دیگری نیز برای شرکت‌های توزیع به‌دنبال دارد مانند اثر این اقدامات در پایداری شبکه. در توجیه اقتصادی انجام طرح‌های کاهش تلفات در نظر گرفتن منافع چندگانه، اجرای طرح‌ها را توجیه‌پذیر می‌سازد. نگاه فرآیندمحور به موضوع تلفات حائز اهمیت است، به‌طوری که در قالب موضوع مدیریت دارایی، سهم ایجاد تلفات در زنجیره تامین برق از برنامه‌ریزی، طراحی، خرید تجهیزات، عملیات نصب و بهره‌برداری و نیز خدمات مشترکین باید تعیین شود و هر کدام از این زنجیره لازم است به ایفای نقش خود در کاهش تلفات آگاه باشد. تکیه بیش از حد به موضوع بهره‌برداری یا خدمات مشترکین لزوماً به کاهش پایدار تلفات منجر نخواهد شد. یکی از مولفه‌های مهم تلفات در شرکت‌های توزیع ایران که باعث نگرانی روزافزون می‌شود کیفیت نامناسب توان است که با توجه به افزایش بارهای غیرخطی توجه بیشتری را می‌طلبد. این موضوع به‌صورت عمومی در کشور مورد غفلت واقع شده است و می‌تواند اثرات مخربی را باعث شود. اصلاح ضریب بار با استفاده از روش‌های پاسخگویی بار و کاهش پیک بار خود باعث کاهش تلفات انرژی و تلفات دوره پیک خواهد بود. با توجه به وضعیت نامناسب ضریب بار در کشور و به‌خصوص مناطق جنوب و شمال، اصلاح ضریب بار به منظور کاهش تلفات نیز باید مدنظر قرار گیرد. افزایش سطح استاندارد تجهیزات در توزیع از دیدگاه کاهش تلفات در ایران باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. کاری که تاکید صرف بر کاهش تلفات به‌خصوص تلفات غیرفنی بدون توجه به اصلاحات زیرساختی شبکه می‌تواند غیرمقارنی اطلاعات تلفات بین شرکت‌های توزیع و نهادهای بالادست را به همراه داشته باشد که در این خصوص اصلاحات فرآیندی از قبیل خدمات مشترکین و بهره‌برداری کاملاً ضروری است. تفکیک میزان تلفات انرژی سالانه و تلفات دور پیک بار شرکت‌های توزیع در میزان نقدینگی قابل تامین سالانه البته در صورتی که واقعاً رفتار شرکت‌های توزیع به صورت خصوصی و در قالب نظام بنگاهداری و با نظارت رگولاتوری اداره شود که این کار به صورت ذاتی در فرآیند اداره شرکت‌ها مدنظر قرار می‌گیرد ولی تا زمان رسیدن به این مهم ارتباط دادن بودجه نقدینگی تخصیصی به تلفات می‌تواند راهکار موثری باشد. استفاده از ظرفیت سندی‌کای صنعت برق در مشاوره، بیمه‌کاری و تامین مالی پروژه‌های کاهش تلفات. به‌روز کردن دستورالعمل‌ها و استانداردهای طراحی و بهره‌برداری در شرکت‌های شبکه توزیع با توجه به شرایط منطقه‌ای و با رویکرد کاهش تلفات.

با اندکی تلخیص و اضافات برگرفته از روزنامه دنیای اقتصاد، تاریخ انتشار ۳۱ تیر ۹۸، کد خبر: ۳۵۵۰۵۷۵، www.donya-e-eqtesad.com