



توسعه و بهینه سازی اقتصادی شبکه توزیع با دیدگاه کاهش تلفات

سعید رهنما - محمدرضا کدیور

شرکت توزیع نیروی برق استان فارس

کلید واژه : توسعه و بهینه سازی - کاهش تلفات - سرمایه گذاری

فیدرهای فشار متوسط هوایی

چکیده :

شرایط جغرافیایی مناطق تحت پوشش شرکت توزیع برق فارس به گونه ای است که ساختار شبکه فشار متوسط عمدتاً هوایی می باشد. در این حوزه در حدود ۲۷۰ فیدر فشار متوسط هوایی وجود دارد. با توجه به نحوه بارگیری این فیدرها و چگالی بار خطی و سطحی در حوزه توزیع برق فارس محاسبات نشان میدهد که شعاع تغذیه مناسب پستهای فوق توزیع حدود ۳۵ کیلومتر می باشد. در جدول ۱ برای هادیهای بکار گرفته شده چگالی بار خطی مناسب و میزان تلفات انرژی سالیانه مرتبط با آن آورده شده است.

در این مقاله نقش تلفات در توسعه و بهینه سازی شبکه ها و پست های توزیع در محدوده شرکت توزیع برق استان فارس مورد مطالعه قرار گرفته است و با در نظر گرفتن محدوده مجاز افت ولتاژ و بارگیری ۷۵ درصد از ترانسفورماتورهای توزیع میزان تلفات اضافی ناشی از ساختار نادرست شبکه محاسبه شده است. همچنین میزان تلفات ناشی از عدم احداث بموقع تاسیسات برای متقاضیان برق بدست آمده است. در این بررسی ها نتایج قابل توجهی در مورد بازگشت سرمایه ناشی از توسعه و بهینه سازی صحیح شبکه بدست آمده است. ضمن اینکه اطلاعات مفیدی برای برنامه ریزی و تعیین استراتژی های توسعه و بهینه سازی در مناطق مختلف کسب شده است.

انرژی تلف شده سالیانه (kwh/km)	چگالی بار خطی (kva/km)	نوع هادی
۳۵۷۴	۷۲/۶	هاینا
۳۴۶۹	۷۰	داگ
۳۶۷۹	۵۵/۴	مینک
۲۶۲۸	۳۵/۶	ویزل
۳۱۸۸	۴۰	فاکس

جدول ۱- چگالی بار خطی مناسب و انرژی تلف شده سالیانه مرتبط با آن

در این محاسبات محدوده افت ولتاژ مجاز ۵ درصد در نظر گرفته شده است. توسعه شبکه فشار متوسط خارج از شرایط جدول ۱ باعث ایجاد افت ولتاژ و افزایش تلفات خواهد بود. محاسبات پخش بار نشان میدهد که تعداد ۷۴ فیدر در شرایط نامطلوب ولتاژ و تلفات در حال بهره برداری هستند. چنانچه مناطق تحت پوشش توزیع برق فارس به ۶ ناحیه تقسیم شود، شرایط به شرح جدول ۲ خواهد بود.

مقدمه:

افزایش تقاضاهای مصرف انرژی الکتریکی، موجب شده است که شبکه های توزیع رو به گسترش رفته و سرمایه گذاری زیادی را به خود اختصاص دهد. سرمایه گذاری کلان و تلفات سنگین که در کنار یکدیگر وجود دارند باعث شده است حتی یک تغییر کوچک در روش توسعه و بهینه سازی شبکه موجب تغییر اساسی در موقعیت مالی شرکتهای توزیع برق شود.

کمبود منابع مالی، استراتژی نامناسب در توسعه شبکه و بهره برداری نامناسب و ترویج فرهنگ استادکاری باعث شده است که سیستم توزیع از وضعیت مطلوبی برخوردار نباشد.

توجه به این مطلب که برای توسعه شبکه های توزیع، بایستی عوامل مختلفی چون تلفات شبکه، ولتاژ مناسب، قابلیت اطمینان، هزینه های سرمایه گذاری، هزینه های تعمیر و نگهداری و رضایت مشتری در نظر گرفته شود، از اهمیت بالایی برخوردار است.

منطقه	تعداد فیدرهای نامناسب	انرژی تلف شده سالیانه (kwh)	انرژی تلف شده اضافی سالیانه (kwh)	تلفات انرژی سالیانه به ازای یک فیدر (kwh)
شمال	۱۱	۱۱۴۹۰۰۵۴	۸۷۸۹۱۱۵	۱۰۴۴۵۵۰
جنوب	۲۰	۲۴۷۸۴۶۶۸	۱۹۶۷۷۷۷۷	۱۲۳۹۲۳۳
شرق	۱۵	۱۱۰۱۹۳۰۴	۷۹۱۹۷۹۳	۷۳۴۶۱۳
غرب	۹	۵۹۵۷۶۷۶	۳۴۳۷۰۳۲	۶۶۱۹۶۴
جنوب غرب	۱۱	۷۹۴۳۵۶۸	۵۳۲۰۳۹۸	۷۲۲۱۴۲
جنوب شرق	۸	۸۹۸۳۸۱۸	۷۷۴۶۵۶۹	۱۱۲۲۹۷۶
جمع شرکت	۷۴	۷۰۱۷۸۹۸۸	۵۲۸۹۰۶۸۴	۹۴۸۳۶۴

جدول ۲- تلفات محاسبه شده از پخش بار روی فیدرهای مناطق مختلف

نمودارهای ۱ و ۲ و جدول ۲ تا حدودی میتواند روند توسعه شبکه فشار متوسط در مناطق مختلف را مشخص نماید.

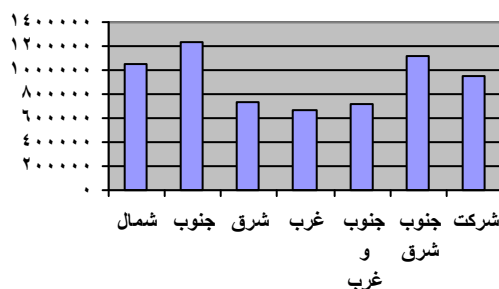
از جدول ۲ مشخص میگردد که حدود ۷۵ درصد از تلفات فعلی مربوط به این ۷۴ فیدر، بواسطه ساختار نامناسب ایجاد گردیده است. برای توسعه و بهینه سازی شبکه فشار متوسط بطوریکه در محدوده مجاز قرار گیرند طرحهای از قبیل خازن گذاری، تغییرسایز هادی، ایجاد خطوط جدید، نصب رگولاتور ولتاژ و نهایتاً احداث پست فوق توزیع ارائه گردیده است که در جدول ۳ هزینه این طرحها و میزان برگشت مالی که بواسطه کاهش تلفات میسر میشود، در مناطق مختلف آمده است.

منطقه	هزینه توسعه و اصلاح (میلیون ریال)	برگشت مالی سال اول (میلیون ریال)	برگشت مالی کل در ۵ سال با کسر هزینه سرمایه گذاری
شمال	۳۱۶۷۰	۵۲۷۴	۷۵۹۱
جنوب	۲۹۰۴۹	۱۱۸۰۶	۵۸۸۱۱
شرق	۳۰۳۶۰	۴۷۵۲	۵۰۰۴
غرب	۱۱۸۵۰	۲۰۶۲	۳۴۹۵
جنوب غرب	۲۲۰۱۰	۳۱۹۲	۱۷۴۵
جنوب شرق	۲۱۰۵۰	۴۶۴۸	۱۳۵۴۰
جمع شرکت	۱۴۵۹۸۹	۳۱۷۳۴	۹۰۱۸۶

جدول ۳- هزینه های توسعه و اصلاح شبکه و میزان برگشت مالی در اثر کاهش تلفات

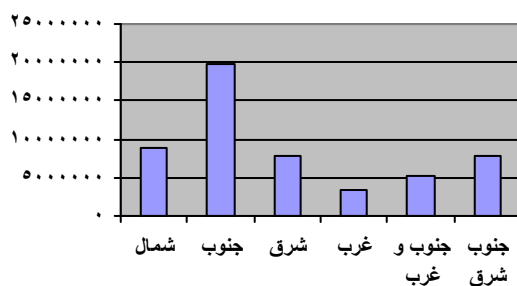
در نمودار ۳ مناطق مختلف تحت پوشش از نظر برگشت مالی که در یک دوره ۵ ساله صورت میگیرد مورد مقایسه قرار گرفته اند.

نمودار شماره ۱ میزان تلفات انرژی سالیانه به ازای یک فیدر در مناطق مختلف را نشان میدهد.



نمودار شماره ۱- تلفات انرژی سالیانه به ازای یک فیدر

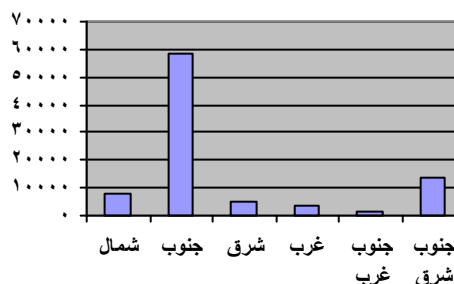
نمودار شماره ۲ میزان تلفات انرژی سالیانه که بواسطه تقاضای نامناسب شبکه در مناطق مختلف ایجاد شده است نشان میدهد.



نمودار ۲- تلفات انرژی سالیانه بواسطه ساختار نامناسب شبکه

نگاه کاهش تلفات در یک دوره ۵ ساله قابل جبران خواهد بود. عوامل دیگری چون قابلیت اطمینان و رضایت مشتری نیز در جای خود قابل بررسی میباشد. نکته دیگری که وجود دارد این است که مناطق مختلف از نظر سرمایه گذاری در خطوط فشار متوسط و برگشت مالی کاملاً متفاوت میباشند و این از نقطه نظر توزیع اعتبارات و استراتژی شرکت حائز اهمیت میباشد.

از نقطه نظر آماری تلفات ناشی از ساختار نامناسب شبکه فشار متوسط با محاسباتی که انجام شد ۵/۵ درصد از کل تلفات میباشد.



نمودار ۳- میزان برگشت مالی پس از یک دوره ۵ ساله

در محاسبه برگشت مالی قیمت یک کیلووات ساعت انرژی ۶۰۰ ریال و تورم سالیانه ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است. همچنین در این محاسبات میزان هزینه های بهره برداری نیز لحاظ نشده است. جدول ۳ و نمودار ۳ نشان میدهند که هزینه های توزیع و بهینه سازی شبکه فشار متوسط تنها با

توسعه شبکه توزیع برای برقرسانی به متقاضیان برق

در جدول شماره ۴ تعداد متقاضیان برق که بواسطه نیاز به تاسیسات انشعاب نداشته و از برق غیرمجاز استفاده میکنند نشان داده شده است.

میزان مصرف انرژی سالیانه (kwh)	هزینه احداث تاسیسات (میلیون ریال)	تاسیسات مورد نیاز			تعداد متقاضی	منطقه
		شبکه فشار ضعیف (متر)	شبکه فشار متوسط (متر)	پست (دستگاه)		
۳۷۵۰۰	۴۹۱	۹۵۰	۳۵۰	۱	۱۵	شمال
۰	۰	۰	۰	۰	۰	جنوب
۱۳۵۲۵۰۰	۹۴۰۶	۲۴۸۵۵	۱۸۷۰	۱۱	۵۴۱	شرق
۱۲۵۰۰۰	۱۳۲۸	۲۰۰۰	۸۰۰	۴	۵۰	غرب
۹۷۵۰۰	۷۸۰	۱۳۶۰	۴۵۰	۲	۳۹	جنوب غرب
۱۰۷۵۰۰۰	۹۰۶۵	۲۲۰۷۵	۳۰۸۰	۱۳	۴۳۰	جنوب شرق
۲۶۸۷۵۰۰	۲۱۰۷۰	۵۱۲۴۰	۶۵۵۰	۳۱	۱۰۷۵	جمع شرکت

جدول ۴- تاسیسات مورد نیاز متقاضیان برق و هزینه های احداث تاسیسات

پستهای توزیع

جدول شماره ۵ قدرت ترانسفورماتورهای توزیع موجود در مناطق مختلف و میزان تلفات آهن و مس و ضریب بارگذاری در آنها را نشان میدهد (تلفات انرژی با احتساب تحت ولتاژ بودن ترانس در طول سال و ضریب بهره برداری بدست آمده در منطقه، محاسبه شده است)

عدم توسعه بموقع شبکه برای متقاضیانی که نیاز به نصب تاسیسات داشته و از برق غیرمجاز استفاده میکنند باعث ۲۷۸۱۶۷۰ کیلووات ساعت تلفات سالیانه شده است (تلفات کابل انشعاب غیرمجاز نیز محاسبه شده است) و این مقدار تلفات سالیانه هزینه ای بالغ بر ۱۶۷۰ میلیون ریال در برخواهد داشت. توجه به این نکته ضروری است که هزینه های احداث تاسیسات در این زمینه کاملاً الزامی بوده و ارتباطی با برگشت سرمایه ناشی از کاهش تلفات ندارد. در جدول ۴ شرایط فرهنگی، اجتماعی مردم منطقه و برخورد مسئولان شرکت برق در مناطق مختلف تحت پوشش را نیز نشان میدهد. میزان تلفات ناشی از این مورد در حدود ۰/۳ درصد از کل تلفات شرکت میباشد.

منطقه	جمع قدرت ترانس (kva)	اوج بار (MVA)	ضریب بارگذاری	تلفات سالیانه آهن (kwh)	تلفات سالیانه مس (kwh)
شمال	۳۴۵۵۴۱	۲۰۴	٪۵۹	۹۳۳۴۶۵۶	۱۴۲۶۱۲۸۰
جنوب	۵۰۲۷۱۰	۳۴۰	٪۶۸	۱۳۸۷۸۱۸	۲۲۰۳۷۳۱۳
شرق	۵۸۳۷۱۴	۳۰۶	٪۵۲	۱۶۶۲۷۶۱۹	۲۵۵۸۸۹۵۲
غرب	۲۰۲۹۶۵	۱۵۲	٪۷۵	۶۸۵۲۵۱۰	۹۵۹۳۵۱۴
جنوب غرب	۳۲۴۲۰۵	۱۵۵	٪۴۸	۹۱۸۸۴۸۰	۱۴۳۴۵۰۰
جنوب شرق	۴۰۵۲۷۴	۲۷۴	٪۶۸	۱۱۲۵۵۱۹۸	۱۷۵۸۶۲۴۷
جمع شرکت	۲۳۶۴۴۰۹	۱۴۳۱	٪۶۰	۵۴۶۴۶۲۸۱	۹۰۵۰۱۸۰۶

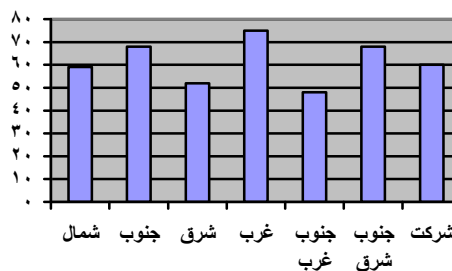
جدول ۵- تلفات آهن و مس و ضریب بارگذاری ترانسفورماتورها

نمودار ۴ مقادیر ضریب بارگذاری در مناطق مختلف را نشان می دهد .

منطقه	تلفات سالیانه ترانسفورماتور (kwh)	تلفات اضافی ناشی از بارگذاری نامناسب (kwh)
شمال	۲۳۵۹۵۹۳۶	۵۳۸۳۵۴۶
جنوب	۲۳۴۲۵۱۳۱	۳۶۸۹۶۷۶
شرق	۴۲۲۱۶۵۷۱	۱۲۷۵۰۱۵۷
غرب	۱۶۴۴۶۰۲۴	۰
جنوب غرب	۱۰۶۲۲۹۸۰	۸۴۸۵۱۵۵
جنوب شرق	۲۸۸۴۱۴۴۵	۱۸۳۷۸۸۹
جمع شرکت	۱۴۵۱۴۸۰۸۷	۳۲۱۴۶۴۲۳

جدول ۶- تلفات ناشی از ترانسفورماتورها

جدول ۶ راهنمای خوبی برای سرمایه گذاری و توزیع اعتبارات توسعه و بهینه سازی ظرفیت ترانسفورماتورها در مناطق مختلف میباشد. در مجموع تلفات ناشی از ترانسفورماتورها ۱۷/۶ درصد از کل تلفات را تشکیل میدهد و مقدار ۳/۳ درصد از کل تلفات را میتوان با تعیین ظرفیت مناسب و بارگذار بهینه از ترانسفورماتورها کاهش داد.



نمودار ۴- ضریب بارگذاری در مناطق مختلف

این نمودار نشان دهنده نوع انتخاب ظرفیت ترانسفورماتورها در مناطق مختلف میباشد. البته ساختار کشاورزی منطقه نیز در این ارقام تأثیرگذار میباشد. میتوان تعداد مشترکین کشاورزی را نیز مقابل این ارقام قرار داده و قضاوت نهائی انجام داد. در جدول ۶ کل تلفات سالیانه ناشی از ترانسفورماتورها و مقدار تلفات اضافی سالیانه که بواسطه نامناسب بودن ضریب بارگذاری ایجاد شده نشان داده شده است.

نتیجه گیری

در توسعه و بهینه سازی تاسیسات توزیع برق پارامترهای مختلفی از قبیل ولتاژ، تلفات، قابلیت اطمینان، هزینه های سرمایه گذاری و بهره برداری و رضایت مشتری اهمیت دارد. چنانچه تلفات را بعنوان عامل در نظر بگیریم در شبکه توزیع برق استان فارس موارد زیر نتیجه گیری میگردد:

- در حدود ۵/۵ درصد از کل تلفات مربوط به ساختار نادرست درست شبکه فشار متوسط میباشد که با سرمایه گذاری مناسب در مناطق مختلف میتوان ضمن اصلاح ولتاژ و کسب رضایت مشتری این مقدار را به صفر رسانید.

- در صورتیکه با توسعه و بهینه سازی، شبکه فشار متوسط در حد ولتاژ استاندارد قرار گیرد پس از ۵ سال هزینه های سرمایه گذاری برگشت پذیر خواهد بود.

- میزان تلفات ناشی از عدم احداث تاسیسات برای متقاضیان برق در حدود ۰/۳ درصد از کل تلفات میباشد که با احداث به موقع تاسیسات و تبدیل انشعابات غیرمجاز آنها به انشعاب مجاز میتوان این مقدار را به صفر رسانید.

- در حدود ۱۷/۶ درصد از کل تلفات مربوط به تلفات آهن و مس ترانسفورماتورهای توزیع میباشد و چنانچه ضریب بارگذاری در ۷۵ درصد نگه داشته شود (یا توسعه و بهینه سازی پستهای توزیع) مقدار ۳/۳ درصد از کل تلفات کم خواهد شد.

- میزان مصرف روشنایی با احتساب لامپ شماری و محاسبات مصرف سالیانه شبکه روشنایی معابر در حدود ۹/۵ درصد از کل تلفات میباشد.

- با احتساب مقادیر کسب شده در این مقاله جمعا در حدود ۳۳ درصد از تلفات ممیزی شده است و از مجموع این ۳۳ درصد در حدود ۸/۶ درصد با توسعه و بهینه سازی مناسب شبکه های فشار متوسط و پست های توزیع و احداث تاسیسات مورد نیاز متقاضیان برق مقابل برگشت خواهد بود.

- در حدود ۶۷ درصد از باقیمانده تلفات مربوط به شبکه های فشار ضعیف، نامتعادلی بار، کابل های سرویس، لوازم اندازه گیری و استفاده غیرمجاز از برق و سایر موارد میباشد که بایستی مورد مطالعه و ممیزی قرار گیرند.

منابع

۱- Electrical Distribution Engineering- Anthony J.Pansion

۲- مبانی اقتصادی سیستمهای قدرت- پروفیسور دنیل کرشن- دکتر گوران استریک

۳- تلفات انرژی الکتریکی در شبکه انتقال و توزیع نیرو- قدرت اله حیدری

۴- واحد آمار شرکت توزیع نیروی برق استان فارس