

وزارت نیرو

سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)

راه‌کارهای راهبردی کاهش تلفات
در
شبکه‌های برق کشور

تهیه کننده: ابراهیم نمازی

ویراستار: علیرضا محمدیه**بهار ۱۳۸۴**

نمازی، ابراهیم، ۱۳۲۹- راه‌کارهای راهبردی کاهش تلفات در شبکه‌های برق کشور/ تهیه کننده ابراهیم نمازی؛ ویراستار علیرضا محمدیه. -تهران: سازمان بهره‌وری انرژی ایران، ۱۳۸۴.

۹۴،۶ ص.: جدول.

ISBN: 964-6553-18-4

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.

کتابنامه: ص. ۹۳-۹۴.

۱. برق - سیستم‌ها—تلفات. ۲. برق— سیستم‌ها - کنترل. ۳. برق - سیستم‌ها - حفاظت. الف. محمدیه، علیرضا، ۱۳۴۶-، ویراستار. ب. سازمان بهره‌وری انرژی ایران. ج. عنوان.

۶۲۱/۳۱۲ TK۱۰۰۵/۸ر۲

۸۴-۲۵۶۷ م

کتابخانه ملی ایران

راهکارهای راهبردی کاهش تلفات در شبکه‌های برق کشور

ناشر : وزارت نیرو - سازمان بهره‌وری انرژی ایران

تدوین و تألیف : ابراهیم نمازی

ویراستار : علیرضا محمدیه

تایپ و صفحه‌آرایی : لیلا سهرابی

خدمات فنی : نشر پارسیان سبز

لیتوگرافی، چاپ و صحافی : طیف نگار

نوبت چاپ : اول - بهار ۱۳۸۴

تیراژ : ۵۰۰۰ جلد

شابک : ۹۶۴-۶۵۵۳-۱۸-۴ / ISBN 964-6553-18-4

حق چاپ برای ناشر محفوظ است .

« فهرست مطالب »

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه
۱	۱-۱- هدف
۲	۲-۱- دامنه کاربرد
۳	۲- تعاریف
۱۵	۳- تجربه کشورهای آسیائی
۱۹	۴- دسته‌بندی تلفات
۲۱	۵- انواع تلفات
۲۳	۶- اجزاء تلفات
۳۱	۷- محاسبه تلفات
۳۵	۸- برآورد تلفات انرژی
۴۱	۹- روش‌های تعیین تلفات
۴۵	۱۰- حد مجاز تلفات بعنوان شاخص
۴۷	۱۱- میزان تلفات و درصد آن در شبکه‌های برق کشور
۴۹	۱۲- هزینه‌های تلفات برای شبکه‌های برق کشور
۵۱	۱۳- اقدامات انجام شده جهت کاهش تلفات
۶۱	۱۴- راه‌کارهای کاهش تلفات
۷۱	۱۵- راه‌کارهای راهبردی (استراتژیک)
۸۳	۱۶- مدیریت ممیزی و صدور گواهی حد مجاز تلفات
۸۹	۱۷- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

١٨- منابع و مراجع

۱- مقدمه

تلف شدن انرژی الکتریکی (برق) مورد نیاز کشور در شبکه‌های انتقال و توزیع نیروی برق که با صرف هزینه‌های بسیار و آلوده شدن محیط زیست تولید می‌شود، خسارات بسیاری را به صنعت برق تحمیل می‌نماید. زیان اقتصادی حدود ۲۳۷۱۷ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۸۱ معادل ۰۴/۱۸٪ انرژی تولید شده، هزینه‌ای معادل ۷۸۶۲ میلیارد ریال در سال مذکور به شرکت‌های برق منطقه‌ای زیان وارد نموده است و استمرار روند فعلی انتقال و توزیع نیروی برق و تلف شدن انرژی الکتریکی به همین ترتیب و بدون اقدام اساسی برای کاهش تلفات در شبکه‌های برق کشور باعث خواهد شد تا در حدود همین مبلغ سالیانه به شرکت های برق زیان وارد شود.^۱

۱-۱- هدف

با توجه به فعالیتهای بسیاری که برای کاهش تلفات در شبکه‌های برق خصوصاً در سال‌های اخیر انجام شده است دو سؤال زیر در ذهن مطرح می‌شود.

الف - آیا این عملکردها کافی می‌باشند؟

ب - آیا این عملکردها اثر بخش هستند؟

لذا لازم می‌باشد ضمن بررسی عملکردهای گذشته، میزان کفایت آنها را بررسی کرده و میزان اثر بخشی آنها را اندازه‌گیری نمائیم و بدین ترتیب اطمینان حاصل کنیم که اقدامات ما کافی و مؤثر بوده است ، که در این کتاب نحوه دستیابی به آن بعنوان یک هدف مد نظر قرار گرفته است.

(۱) مأخذ : آمار تفصیلی صنعت برق ایران در سال ۱۳۸۱، گزارشهای معاونت برنامه‌ریزی و معاونت توسعه و امور اقتصادی سازمان توانیر منابع و مراجع [۱۰] ، [۱۱] و [۱۲] .

۱-۲- دامنه کاربرد

راه‌کارها و فعالیت‌های مربوط به کاهش تلفات در شبکه‌های برق کشور به شرکت‌های برق محدود نمی‌شود، بلکه مجموعه صنعت برق را در بر می‌گیرد. همکاری و همگامی مجموعه صنعت برق می‌تواند هدف کاهش تلفات در شبکه‌های برق کشور را محقق نماید. از طرفی مدیریت واحد در این همکاری و همگامی‌ها می‌تواند اجرای فعالیت‌های راهبردی کاهش تلفات در شبکه‌های برق را تأمین و تضمین نماید.

۲- تعاریف**۲-۱- تلفات**

از آنجائیکه شرکت‌های برق در مجموعه شرکت‌های تخصصی به عنوان یک بنگاه اقتصادی شناخته شده‌اند لذا تلفات از این دیدگاه عبارت است از تفاوت انرژی خریداری شده از نیروگاه‌های برق با انرژی فروش رفته به مشترکین برق. بنابراین تلفات شامل استفاده غیر مجاز از برق هم می‌شود.

(مصرف داخلی + فروش ارزی) - انرژی خریداری شده = تلفات

۲-۲- تلفات از نظر شرکت‌های برق منطقه‌ای

انرژی خریداری شده از واحدهای تولیدی نیروگاهها در ولتاژ انتقال و فوق توزیع

+

انرژی خریداری شده از واحدهای تولیدی کوچک (نیروگاههای دیزلی و ...) در ولتاژ توزیع

+

انرژی خریداری شده از شرکت‌های همجوار در ولتاژ انتقال و فوق توزیع

+

انرژی خریداری شده از شرکت‌های همجوار در ولتاژ توزیع

راهکارهای راهبردی کاهش تلفات در شبکه‌های برق کشور

انرژی خریداری شده برون مرزی (واردات انرژی)

-

فروش انرژی به شرکت‌های همجوار در ولتاژ انتقال و فوق توزیع

-

فروش انرژی به شرکت‌های همجوار در ولتاژ توزیع

-

فروش برون مرزی انرژی (صادرات انرژی)

-

فروش مستقیم انرژی در ولتاژ انتقال و فوق توزیع

-

فروش مستقیم انرژی در ولتاژ توزیع

-

فروش به مشترکین برق

-

روشنایی معابر

-

مصرف داخلی پست‌های انتقال و فوق توزیع

=

تلفات انرژی الکتریکی در شرکتهای برق منطقه‌ای

یادآوری ۱:

انرژی خریداری شده از واحدهای تولیدی نیروگاهها در ولتاژ انتقال توزیع و فوق توزیع

+

انرژی خریداری شده از شرکت‌های همجوار در ولتاژ انتقال و فوق توزیع

$$=$$

انرژی تحویلی به شبکه انتقال و فوق توزیع

یادآوری ۲:

$$=$$

انرژی تحویلی به شبکه انتقال و فوق توزیع

$$-$$

فروش انرژی به شرکت‌های همجوار در ولتاژ انتقال و فوق توزیع

$$-$$

فروش مستقیم انرژی در ولتاژ توزیع

$$-$$

فروش برون مرزی انرژی (صادرات انرژی)

$$=$$

انرژی تحویلی به شبکه توزیع

یادآوری ۳:

$$=$$

انرژی خریداری شده از واحدهای تولیدی کوچک در ولتاژ توزیع

$$+$$

انرژی خریداری شده از شرکت‌های همجوار در ولتاژ توزیع

$$=$$

کل دریافت انرژی در ولتاژ توزیع

یادآوری ۴: واحد تلفات بر حسب میلیون کیلووات ساعت است .

۲-۳- تلفات از نظر صنعت برق (تلفات کل شبکه)

خرید تولید ویژه نیروگاه‌ها (بخاری، گازی، چرخه ترکیبی، برق آبی، دیزلی و ...)

+

خرید برون مرزی انرژی (واردات)

-

مصارف داخلی پست‌های انتقال و فوق توزیع

-

فروش انرژی برق (خانگی، عمومی، کشاورزی، صنعتی، تجاری، روشنایی معابر، برون

مرزی و ...)

=

تلفات انرژی الکتریکی در صنعت برق (تلفات کل)

یادآوری ۱: در مصارف داخلی پست‌های انتقال و فوق توزیع، میزان بارهای راکتیو شبکه لحاظ شده است.

یادآوری ۲: مصرف داخلی نیروگاه - تولید نا ویژه نیروگاه = تولید ویژه نیروگاه

یادآوری ۳: واحد تلفات بر حسب میلیون کیلووات ساعت است.

۲-۴- تلفات شبکه انتقال و فوق توزیع

انرژی تحویلی به شبکه انتقال و فوق توزیع

-

مصرف داخلی پست‌های انتقال و فوق توزیع

-

فروش انرژی بصورت مستقیم به شرکت‌های همجوار و برون مرزی

-

انرژی تحویلی به شبکه توزیع

=

تلفات انتقال و فوق توزیع

۲-۵- تلفات شبکه توزیع

انرژی تحویلی به شبکه توزیع

+

کل دریافت انرژی در ولتاژ توزیع

-

فروش انرژی بصورت مستقیم به شرکت‌های همجوار و مشترکین برق

=

روشنایی معابر

-

مصارف داخلی پست‌های توزیع

=

تلفات توزیع

یادآوری: از آنجائیکه مشترکین برق عمدتاً هزینه توان اکتیو انرژی الکتریکی را پرداخت می‌کنند و توان راکتیو ایجاد شده ناشی از بارهای سلفی مشترکین برق پرداخت نمی‌شود، لذا هزینه معادل جبران بارهای راکتیو توسط خازن‌گذاری می‌بایستی در هزینه‌های تلفات شبکه‌های توزیع منظور گردد. هر

چند مصارف داخلی پست‌های توزیع نیروی برق ناچیز می‌باشد، ولی با لحاظ میزان بار راکتیو شبکه، تلفات بصورت واقعی‌تر مطرح خواهد شد.

۲-۶- درصد تلفات

$$\text{درصد تلفات} = \frac{\text{تلفات انرژی الکتریکی}}{\text{انرژی خریداری شده}} \times 100$$

با توجه به تبادل انرژی بین شرکت‌های برق و وجود شبکه‌های فشار قوی، متوسط و ضعیف درصد تلفات در هر یک از بخش‌ها بشرح زیر می‌باشد:

$$\text{درصد تلفات انتقال و فوق} = \frac{\text{تلفات در شبکه‌های انتقال و فوق توزیع}}{\text{انرژی تحویلی به شبکه انتقال و توزیع}} \times 100$$

$$\text{درصد تلفات توزیع} = \frac{\text{تلفات در شبکه توزیع}}{\text{انرژی تحویلی به شبکه توزیع}} \times 100$$

$$\text{درصد تلفات کل} = \frac{\text{تلفات در شبکه‌های برق}}{\text{انرژی تحویلی به شبکه‌های برق}} \times 100$$

۲-۷- ضریب بار شبکه

ضریب بار شبکه عبارت است از نسبت انرژی الکتریکی مصرف شده در یک دوره معین به حداکثر توان تولیدی نیروگاهها در قله مصرف در مدت زمان در نظر گرفته برای دوره مربوطه و به صورت خلاصه عبارت است از:

$$\text{ضریب بار شبکه} = \frac{\text{انرژی مصرف شده (انتقالی) در یک دوره} = \text{بار ساعتی}}{\text{پیک بار مصرفی (انتقالی) در میزان زمان دوره بار پیک}}$$

$$= \frac{\text{کیلووات ساعت انرژی مصرفی شبکه در یک دوره}}{\text{کیلووات انرژی تولیدی برای پیک شبکه در طول دوره} \times \text{میزان زمان دوره}}$$

۲-۸- ضریب بار کلی سیستم برق

نسبت کل انرژی تولید شده طی یک دوره مشخص به حاصل ضرب مقدار پیک بار سیستم در طول زمان دوره مربوطه (۸۷۶۰ ساعت برای یکسال) و ضریب بار بطور کلی عبارت است از:

$$\text{ضریب بار کلی} = \frac{\text{میانگین بار سیستم برق}}{\text{ماکزیمم بار سیستم برق}}$$

۲-۹- ضریب قدرت شبکه

ضریب قدرت شبکه عبارت است از نسبت بار اکتیو به بار شبکه

$$\text{Cos}\phi = \frac{\text{بار اکتیو}}{\text{بار اکتیو} + \text{بار راکتیو شبکه}}$$

و ϕ عبارت است از اختلاف زاویه بین منحنی سینوس جریان نسبت به ولتاژ که در اثر وجود بارهای سلفی بوجود می‌آید.

۲-۱۰- ضریب تلفات

ضریب تلفات عبارت است از نسبت تلفات انرژی الکتریکی در یک دوره معین به تلفات توان در بار ماکزیمم و یا پیک در طول همان دوره.

$$\text{ضریب تلفات} = \frac{\text{متوسط تلفات انرژی در دوره مطالعه}}{\text{متوسط تلفات ساعتی}} = \frac{\text{طول مدت زمان دوره} \times \text{حداکثر تلفات توان (تلفات بار ماکزیمم)}}{\text{تلفات بار پیک}}$$

$$= \frac{\text{تلفات انرژی در یک دوره معین بر حسب کیلووات ساعت}}{\text{تلفات توان در بار پیک بر حسب کیلووات} \times \text{میزان طول دوره بر حسب ساعت}}$$

۲-۱۱- تلفات جریان سرگردان (چرخنده)

تلفات ناشی از توان جذب شده انرژی الکتریکی توسط یک ماده در اثر گردش جریان در آن ماده.

۲-۱۲- تلفات پس ماند (هیستریزیس)

تلفات ناشی از توان جذب شده انرژی الکتریکی توسط یک ماده در اثر پس ماند آهن ربایی در آن ماده ناشی از تغییرات در شدت میدان الکتریکی در آن که معمولاً در هسته سیم پیچ ترانسفورماتورها ایجاد می‌شود.

۲-۱۳- تلفات راکتیو

تلفات ناشی از اشغال ظرفیت تولید نیروگاهها و انتقال انرژی الکتریکی شبکه‌های برق که برای این آزادسازی لازم است بار سلفی ناشی از وجود انواع و اقسام سیم پیچها (کوئل) توسط جبران سازهای بار راکتیو که خازنها می‌باشند، کاهش یابد.

۲-۱۴- تلفات دی الکتریک

تلفات ناشی از ویژگی عایق (نارسانا) مانند پیری آن که از میدان الکتریکی ایجاد شده از یک قطب بوجود آمده است.

۲-۱۵- بار اکتیو

توان حقیقی ترانسفورماتورهای پست برق.

۲-۱۶- بار راکتیو

توان مجازی ترانسفورماتورهای پست برق.

۲-۱۷- تلفات کرونا

جریان ناشی الکتریکی از طریق هدایت الکتریکی ناشی از رطوبت هوای اطراف هادی‌های برق

۲-۱۸- مقاومت القایی

ناشی از مقاومت یک سیم پیچ (کویل) با شکل هندسی معین جا گرفته بر روی یک هسته فرضی در یک موقعیت مشخص می‌باشد و میزان آن متناسب است با میزان ضریب القاء و تعداد شمار دورهای سیم پیچ (کویل)

۲-۱۹- تلفات آهن

ناشی از توان جذب شده انرژی الکتریکی توسط هسته آهنربا و شامل تلفات جریان گردابی در ورقهای هسته، تلفات هیستریزیس در ورقهای هسته و تلفات پراکندگی جریان گردابی در پیچ و مهره و یوغ هسته می‌باشد.

۲-۲۰- تلفات مس

ناشی از توان جذب شده انرژی الکتریکی توسط سیم پیچ (کویل) و شامل مقاومت جریان بار، مقاومت تغذیه کننده تلفات بار، تلفات بی باری سیم پیچ، تلفات پراکندگی ناشی از شار پراکندگی در قطعات فلزی می‌باشد.

۲-۲۱- تلفات توان

میزان قدرت تلف شده (PL) ناشی از مقاومت هادی در خطوط انتقال نیروی برق (R) و جریان عبوری از آنها (I) می‌باشد. از آنجائیکه میزان مقاومت هادی با تغییر درجه حرارت محیط و میزان جریان عبوری تغییر می‌کند لذا تلفات توان، لحظه‌ای می‌باشد.

$$PL = 3 RI^2$$

۲-۲۲- تلفات انرژی

میزان تلفات توان در یک دوره مشخص (n) و همچنین در یک خط انتقال مشخص (EL) را تلفات انرژی می‌گویند. از آنجائیکه شرایط محیطی و همچنین جریان عبوری از هادی‌ها در طول زمان دوره (n) تغییر می‌کند، لذا محاسبه تلفات انرژی چندان دقیق نمی‌باشد.

$$EL_n = 3 \cdot (R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + \dots)$$

۲-۲۳- مقاومت ناشی از اثر پوستی (Skin Effect)

این پدیده به علت عبور عمده جریان برق از نزدیکی سطح خارجی هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق و افزایش مقاومت هادی بوجود می‌آید.

۲-۲۴- تلفات دیمانند

این پدیده از ظرفیت موجود شبکه برای انتقال انرژی الکتریکی و میزان مصرف پیک انرژی الکتریکی مشترکین برق ناشی می‌شود.

۲-۲۵- انواع شبکه‌های برق

۴۰۰ کیلوولت	۱- خطوط هوائی
۲۳۰ کیلوولت	۲- خطوط هوائی و کابل زمینی
۱۳۲ کیلوولت	۳- خطوط هوائی و کابل زمینی
۶۳ کیلوولت	۴- خطوط هوائی و کابل زمینی
۲۰ (۳۳) کیلوولت	۵- خطوط هوائی و کابل زمینی
۴۰۰ کیلوولت	۶- خطوط هوائی و کابل زمینی

- | | |
|-----------------|-------------------|
| ۴۰۰/۲۳۰ کیلوولت | ۱- پست فشار قوی |
| “ ۲۳۰/۱۳۲ | ۲- پست فشار قوی |
| ” ۲۳۰/۱۳۲/۶۳ | ۳- پست فشار قوی |
| “ ۱۳۲/۲۰ (۳۳) | ۴- پست فشار قوی |
| ” ۶۳/۲۰ (۳۳) | ۵- پست فشار متوسط |
| ۲۰ (۳۳) / ۰/۴ | ۶- پست فشار ضعیف |
| ۲۳۰/۲۰ | ۷- پست فشار قوی |
| ۶۳/۱۱ | ۸- پست فشار متوسط |
| ۱۱ / ۰/۴ | ۹- پست فشار ضعیف |

۲- تجربه کشورهای آسیائی

تعدادی از کشورهای آسیائی در زمینه کاهش تلفات اقدامات مفید و ارزنده‌ای را در جهت کاهش تلفات شبکه‌های برق خود انجام داده‌اند که ذیلاً بطور خلاصه شرح آنها آمده است .

۳-۱- کشور کره

کشور کره با تلفاتی حدود ۲۹٪ برای کل شبکه برق در سال ۱۹۶۱ طی یک برنامه‌ریزی ۲۵ ساله میزان آنرا به حدود ۵/۵٪ با انجام فعالیت‌های عمده‌ای به شرح زیر کاهش داده است.

۳-۱-۱- افزایش سطح ولتاژ شبکه توزیع برق

۳-۱-۲- تصحیح ضریب قدرت شبکه با استفاده از خازنها و کندانسور سنکرون شبکه

۳-۱-۳- بهبود میزان افت ولتاژ شبکه خصوصاً در نقاط انتهائی شبکه

۳-۱-۴- رفع نقاط ژرف شبکه

۳-۱-۵- انجام به موقع و مناسب تعمیرات شبکه‌های برق

۳-۱-۶- بهبود کیفیت خدمات به مشترکین

۳-۱-۷- ایجاد تعادل بار بین فیدرهای خروجی سیستم‌ها و تقسیم متعادل انشعابات بین سه

فاز

۳-۱-۸- استفاده از ترانس‌ها با ظرفیت مناسب و نصب آنها در مراکز ثقل بار

۳-۱-۹- استفاده از ترانس‌ها با تلفات کم

۳-۱-۱۰- برقراری بازدیدهای دوره‌ای از لوازم اندازه‌گیری آزمون و کالیبره نمودن آنها

۳-۱-۱۱- برگزاری سمینار کاهش تلفات توسط سازمان ملل متحد در سال ۱۹۸۹ با همکاری

IEEE

۳-۲- کشور چین

- کشور چین با تلفاتی در حدود ۹٪ در سال ۱۹۸۱ و طی یک برنامه‌ریزی کوتاه مدت ۷ ساله، میزان آنرا به حدود ۸٪ با انجام فعالیت‌های عمده زیر کاهش داده است.
- ۱-۲-۳- برگزاری دوره‌های آموزش کوتاه مدت
 - ۲-۲-۳- افزایش سطح ولتاژ شبکه‌های توزیع برق
 - ۳-۲-۳- بهبود میزان افت ولتاژ شبکه و تثبیت آن برابر استانداردها
 - ۴-۲-۳- تصحیح ضریب قدرت شبکه با نصب دستگاههای جبران توان راکتیو
 - ۵-۲-۳- کاهش طول شبکه‌های شعاعی
 - ۶-۲-۳- تعویض هادی‌های خطوط و انتخاب هادی‌های مناسب
 - ۷-۲-۳- انتخاب ظرفیت‌های مناسب ترانسفورماتورهای شبکه
 - ۸-۲-۳- محدود کردن پیک بار با اعمال مدیریت مصرف
 - ۹-۲-۳- حفظ مصرف کنندگان برق سه فاز

۳-۳- کشور هند

- کشور هند با تلفاتی در حدود ۲۱/۵٪ در سال‌های ۱۹۸۱ الی ۱۹۸۷ با انجام فعالیت‌های عمده ای به شرح زیر در جهت کاهش آن اقدام نموده است.
- ۱-۳-۳- کاهش میزان برق دزدی‌ها که درصد بسیاری از تلفات، ناشی از این مسأله می‌باشد.
 - ۲-۳-۳- آموزش نیروی انسانی شاغل در شبکه‌های برق
 - ۳-۳-۳- انتخاب ترانسفورماتورهای شبکه با ظرفیت مناسب
 - ۴-۳-۳- استفاده از تاب چنجرها برای اصلاح ولتاژ شبکه
 - ۵-۳-۳- اصلاح محل نصب ترانسفورماتورها در محل ثقل بار

۳-۴- کشور ژاپن

- کشور ژاپن با تلفاتی حدود ۱۷/۵٪ در سال ۱۹۵۵ و طی یک برنامه بلند مدت میزان آنرا با انجام اقدامات زیر به میزان ۵/۴٪ کاهش داده است.
- ۳-۴-۱- برقراری دوره‌های آموزشی
 - ۳-۴-۲- برنامه‌ریزی برای طرح جامع شبکه‌های برق رسانی
 - ۳-۴-۳- برق‌رسانی به مشترکین جدید از طریق برنامه‌ریزی و افزایش ظرفیت‌های جدید
 - ۳-۴-۴- انجام طراحی شبکه طبق ضوابط و معیارهای فنی و رعایت استانداردها در تهیه و بکارگیری تجهیزات در شبکه برق
 - ۳-۴-۵- ایجاد بانک اطلاعاتی به روز از شبکه‌های برق

۴ - دسته‌بندی تلفات

۴-۱ - مقاومت در برابر جریان

- ۴-۱-۱ - تلفات ژول در هادی‌های خطوط انتقال و توزیع نیروی برق
- ۴-۱-۲ - تلفات ژول در هادی زمین و مقاومت زمین
- ۴-۱-۳ - تلفات ژول ناشی از اتصالات شبکه
- ۴-۱-۴ - تلفات ژول در تجهیزات شبکه خصوصاً ترانسفورماتور، راکتور، خازن، کلید، سگسیونر و ... بعنوان تلفات داخلی تجهیزات و تأسیسات .

۴-۲ - نشتی جریان

- ۴-۲-۱ - تلفات ناشی از جریان نشتی زنجیره مقره
- ۴-۲-۲ - تلفات دی الکتریکی
- ۴-۲-۳ - تلفات کرونا
- ۴-۲-۴ - تلفات ناشی از پیری عایقی ترانسفورماتورها و سایر تجهیزات
- ۴-۲-۵ - تخلیه ناقص Leakage
- ۴-۲-۶ - نشتی داخلی تجهیزات مانند ترانسفورماتورها ، خازنها ، راکتورها، سگسیونرها و
- ۴-۲-۷ - تلفات ناشی از آلودگی محیط

۴-۳- مصرف داخلی

- ۴-۳-۱- مصرف داخلی تجهیزات مانند فن‌ها ، گرمکن‌ها ، کولرها و
- ۴-۳-۲- مصرف داخلی تأسیسات پست مانند روشنایی ، فن‌ها ، موتورها و ...
- ۴-۳-۳- جریان فوکو ، فلوی سرگردان - هیستریزس
- ۴-۳-۴- تلفات مس و آهن در حالت بارگیری از ترانسفورماتورها
- ۴-۳-۵- هارمونیک‌های شبکه
- ۴-۳-۶- تلفات راکتیو
- ۴-۳-۷- تلفات بی باری ترانسفورماتورها
- ۴-۳-۸- تلفات عدم تعادل بار بین فیدرها
- ۴-۳-۹- تلفات عدم تعادل بار بین فازها
- ۴-۳-۱۰- تلفات ناشی از بالا بودن دیماند مصرف کنندگان (مشترکین) بصورت غیر واقعی
- ۴-۳-۱۱- منحنی بار و عدم تعادل آن در شبکه
- ۴-۳-۱۲- ضریب قدرت نامناسب شبکه
- ۴-۳-۱۳- ضریب بار نامناسب شبکه
- ۴-۳-۱۴- عدم تقارن ثقل بار و مصرف
- ۴-۳-۱۵- عدم تناسب ظرفیت انتقال و میزان مصرف

۴-۴- خطا در اندازه‌گیری و فقدان آن

- ۴-۴-۱- خطاهای اندازه‌گیری و ثبت ارقام
- ۴-۴-۲- خطاهای محاسباتی برای تعیین مقدار انرژی الکتریکی مصرفی
- ۴-۴-۳- عدم نصب کتورهای روشنایی
- ۴-۴-۴- عدم پرداخت صورت حساب
- ۴-۴-۵- استفاده غیر مجاز از شبکه برق

۵- انواع تلفات

تلفات در شبکه‌های برق به شکل‌های مختلفی صورت می‌پذیرد که تاکنون بسیاری از آنها شناخته شده و راه‌کارهای مربوط به کاهش آنها نیز تعیین و ارائه گردیده‌اند. انواع تلفات که تاکنون مطرح شده‌اند شامل تلفات در مقطع و زمان خاص و یا تلفات نقطه‌ای بر حسب وات یا کیلووات (KW) و دیگر تلفات در طول یک زمان و یا دوره مشخص بر حسب کیلووات ساعت (KWh) می‌باشد، که بشرح زیرآمده است.

۵-۱- تلفات توان

به میزان تلفات انرژی الکتریکی در هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق در زمان قله مصرف (پیک بار) تلفات توان گفته می‌شود.

بنابراین تلفات توان بصورت لحظه‌ای و برای یک شبکه معین بوده که در طول مدت شبانه‌روز متناسب با میزان توان تولیدی نیروگاهها تغییر می‌کند و از آنجائیکه تلفات توان (PL) ناشی از مقاومت هادی در خطوط انتقال نیروی برق (R) و جریان عبوری از آنها (I) در قله مصرف می‌باشد و از طرفی وجود قله‌های مصرف (پیک بار) متفاوت در کشور و درجه حرارت محیط مناطق مذکور و جریان عبوری از هادی‌های مربوطه، اندازه‌گیری و محاسبه آن دقیق نبوده و با در نظر گرفتن میانگین درجه حرارت محیط و میزان جریان عبوری از شبکه و یا خطوط مورد نظر و سایر عوامل، مقادیر حاصله برای تلفات توان با تقریب و بصورت میانگین خواهد بود.

$$PL = RI^2$$

۵-۲- تلفات انرژی

میزان تلفات انرژی الکتریکی در هادی‌های خطوط و انتقال نیروی برق در طول یک دوره مشخص را تلفات انرژی می‌گویند. بنابراین تلفات انرژی در طول یک دوره مشخص و برای یک شبکه و یا خط انتقال معین قابل اندازه‌گیری می‌باشد. از آنجائیکه تلفات انرژی (EL) ناشی از مقاومت هادی در خطوط انتقال نیروی برق (R) و جریان عبوری از آنها (I) در طول

یک دوره مشخص (n) می‌باشد، لذا با تغییر درجه حرارت محیط در طول دوره و جریان عبوری از هادی‌های خطوط مربوطه، میزان تلفات انرژی تابع آنها می‌باشد.

$$EL_n = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + \dots$$

۶- اجزاء تلفات

تلفات در شبکه‌های برق و اجزاء آن همواره متغیر بوده و بعضاً نیز وابستگی زیادی به یکدیگر دارند، که مواردی از آن بشرح زیر آمده است.

۶-۱- تلفات ژول

انرژی چرخش ژنراتور در نیروگاه به انرژی الکتریکی تبدیل شده و این انرژی الکتریکی برای رسیدن به مصرف کننده می‌بایستی مسیر طولانی را از میان هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق و همچنین تجهیزات مربوطه طی نماید و از آنجائیکه انرژی الکتریکی در واقع حرکت الکترونها در هادی‌ها می‌باشد و اتمهای هادی، خود دارای حرکت و جنبش می‌باشند، لذا عبور جریان برق از هادی‌ها همواره با مقاومت روبرو بوده و بخشی از انرژی صرف رفع مقاومت هادی شده و بصورت گرما تلف می‌گردد.

تبدیل بخشی از انرژی الکتریکی به حرارت در شبکه‌های برق به تلفات ژول معروف می‌باشند.

۶-۲- تلفات راکتیو

بخشی از انرژی الکتریکی در سیم پیچ (کویل) تجهیزات برقی- عمدتاً الکتروموتورها ، راکتورها و خطوط طولانی انتقال نیروی برق- بعلت وجود پدیده مقاومت اهمی (ژول) بصورت بار اکتیو (W) صرف می‌شود و بخش دیگری از انرژی الکتریکی بصورت مجازی و بخاطر ایجاد زاویه بین منحنی سینوسی جریان با ولتاژ و بعلت وجود پدیده مقاومت سلفی بصورت بار راکتیو (VAR) صرف می‌شود. این امر باعث اشغال بی مورد ظرفیت تولیدی نیروگاهها و ظرفیت انتقال نیروی برق توسط شبکه‌ها می‌شود که خود بخشی از تلفات شبکه را تشکیل می‌دهد.

در نیروگاهها و شبکه انتقال نیروی برق معمولاً حدی برای صرف این ظرفیت در نظر گرفته شده است که آنرا ضریب قدرت شبکه می‌نامند که نسبت بین بار اکتیو به مجموع بار اکتیو و راکتیو می‌باشد.

۶-۳- ظرفیت شبکه

چنانچه ظرفیت تولیدی نیروگاهها برای تأمین تقاضای برق با ظرفیت شبکه برای انتقال انرژی الکتریکی جهت مصرف کنندگان تفاوت داشته باشد، در محاسبه مقدار تلفات در مدل موثر می‌باشد. به عبارت دیگر با تغییر ظرفیت شبکه مقدار تلفات نیز تغییر می‌کند.

۶-۴- مدیریت شبکه

از آنجائیکه معمولاً ظرفیت شبکه را برای پیک بار و یا دیمانند مورد تقاضای مشترکین برای سالهای آینده برنامه‌ریزی می‌کنند، لذا از ابتدای بهره‌برداری از شبکه، تمامی این ظرفیت مورد استفاده واقع نمی‌شود و بخشی از ظرفیت احداث شده خالی مانده و با گذشت زمان و افزایش تقاضای برق این ظرفیت‌ها پر شده و بعضاً هم بیش از ظرفیت مربوطه مورد بهره‌برداری واقع می‌شوند. بنابراین مدیریت بهره‌برداری از ظرفیت شبکه نقش عمده‌ای در میزان تلفات دارد.

۶-۵- ظرفیت تجهیزات

ظرفیت تجهیزات شبکه- خصوصاً ترانسفورماتورهای قدرت برای انتقال انرژی الکتریکی جهت مصرف کنندگان- چنانچه با حداکثر ظرفیت تولیدی نیروگاهها برای قله مصرف تفاوت داشته باشد در محاسبه مقدار تلفات در مدل موثر می‌باشد. با تغییر ظرفیت تجهیزات خصوصاً ترانسفورماتورها در شبکه مقدار تلفات نیز تغییر می‌کند.

پائین بودن ظرفیت تجهیزات شبکه از پیک بار شبکه میزان تلفات را افزایش خواهد داد.

۶-۶- مشخصات فنی شبکه

مقاومت خطوط انتقال شبکه‌های برق و تجهیزات موجود در آن در برابر جریان عبوری از محل تولید تا مصرف انرژی الکتریکی یکسان نبوده و تابع عوامل چندی از جمله مشخصات فنی خطوط انتقال شبکه و تجهیزات آن می‌باشد.

مشخصات هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق، یراق آلات مربوطه، ترانسفورماتورها و سایر تجهیزات موجود در شبکه از محل تولید تا محل مصرف تأثیر عمده‌ای در میزان تلفات شبکه داشته و چنانچه مشخصات مربوطه مناسب و با کیفیت مطلوب و مقاومت کم در برابر جریان اختیار شوند، میزان تلفات کاهش خواهد یافت.

۶-۷- شرایط جغرافیائی

یکی از عوامل مهم و مؤثر دیگر بر مقاومت هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق که در محاسبه تلفات و در مدل ریاضی آن می‌بایستی مورد توجه قرار گیرد، موقعیت اقلیمی خطوط انتقال نیروی برق و تجهیزات شبکه می‌باشد که شرح آن ذیلاً آمده است.

۶-۷-۱- میزان درجه حرارت محیط و تغییرات آن

این عامل تأثیر بسیاری در مقدار مقاومت هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق و تجهیزات شبکه دارد. با گرم بودن محل واقع شدن خطوط و تجهیزات شبکه، درجه حرارت هادی بالا رفته و میزان مقاومت آن در برابر جریان عبوری افزایش پیدا می‌کند.

۶-۷-۲- تابش آفتاب

میزان تابش آفتاب و شدت آن هم باعث گرم شدن هادی‌ها و در نتیجه افزایش مقاومت آنها خواهد شد.

۶-۷-۳- اثر پوستی

اثر پوستی در هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق باعث افزایش میزان شدت جریان در سطح بیرونی هادی‌ها و افزایش درجه حرارت آن و در نتیجه مقاومت هادی می‌گردد.

۶-۷-۴- عوامل جوی

شدت و میزان وزش باد و طول زمان آن ، رطوبت ، باران ، مه ، برف و ... و بطور کلی عواملی که باعث تبادل انرژی حرارتی در هادی‌ها با محیط اطراف و یا کاهش و افزایش میزان دما در هادی‌های خطوط و همچنین تجهیزات مربوطه مانند ترانسفورماتورها می‌گردد، در میزان مقاومت آنها در برابر جریان مؤثر خواهند بود.

۶-۸-۱- نشستی جریان

۶-۸-۱- بعلت نامناسب بودن ، فرسودگی و آلودگی محیط اطراف عایق‌ها، مقره‌ها، وجود رطوبت اطراف هادی‌ها، مقره‌ها و ... بخشی از انرژی الکتریکی که می‌بایستی از نیروگاه و پس از طی مسیر شبکه به مصرف کننده برسد از طریق هدایت الکتریکی هوا و یا سایر عوامل و بصورت جریان نشستی تلف می‌شود.

۶-۸-۲- بروز پدیده کرونا در خطوط انتقال نیروی برق در واقع نوعی از نشستی جریان الکتریکی می‌باشد .

۶-۸-۳- تخلیه ناقص در ترانسفورماتورهای شبکه و برخی از تجهیزات دیگر بخشی از انرژی الکتریکی را هدر می‌دهد.

۶-۸-۴- اتصالات سست در تجهیزات شبکه‌های برق علاوه بر افزایش تلفات بعلت ایجاد گرما در محل اتصالات مقادیری از انرژی الکتریکی را بصورت نشتی از طریق هدایت الکتریکی هوا و یا سایر عوامل تلف می‌نماید.

۶-۹- مصرف داخلی

برای انتقال نیروی برق از محل تولید انرژی الکتریکی توسط نیروگاههای برق می‌بایستی مقادیری از انرژی الکتریکی مورد مصرف واقع شوند. هر چند مصرف داخلی خود نوعی از تلفات می‌باشد ولی در محاسبات تلفات، آنرا بعنوان تلفات منظور نکرده و از مجموعه انرژی دریافتی جهت فروش حذف می‌نمایند. این مصارف داخلی عمدتاً شامل مصرف داخلی پست‌های انتقال و توزیع نیروی برق می‌باشد مانند روشنایی ساختمان و محوطه پشت، سیستم‌های سرمایش و گرمایش و تهویه هوای ساختمان اداری و ساختمان تأسیسات پشت و همچنین مصارف داخلی تجهیزاتی مانند ترانسفورماتورهای قدرت برای سیستم خنک کاری آن توسط فن‌های هوا دهی و پمپ‌های گردش روغن و نظایر آن.

وجود پدیده‌های دیگری به شرح زیر میزان مصارف داخلی را افزایش می‌دهد که این نوع تلفات را می‌بایستی بعنوان تلفات ناشی از مصرف داخلی مورد محاسبه قرار داد.

۶-۹-۱- گردش بار راکتیو و اکتیو در شبکه‌های طولانی با شاخه‌های متعدد و بصورت رینگ باعث افزایش تلفات می‌گردد و معمولاً در شهرها و یا مناطقی که مشترکین برق توسط شبکه‌ها از چند سو تغذیه می‌شوند، این جریان گردش ایجاد شده و با توزیع مناسب بار بین خطوط می‌توان این تلفات را به حداقل رساند.

۶-۹-۲- افزایش جریان عبوری از هادی‌ها، تجهیزات شبکه‌های برق مانند ترانسفورماتورها بعلت پائین بودن ضریب قدرت شبکه باعث صرف بی مورد ظرفیت نیروگاهها و شبکه‌های برق و افزایش تلفات برق می‌گردد و بعلت لزوم عبور بار راکتیو در حد

مجاز از شبکه می‌بایستی ضریب قدرت شبکه در حد مجاز خود ثابت نگاه داشته شود .

۶-۹-۳- هر چند نصب خازن‌های مختلف در شبکه‌های برق برای کاهش میزان بار راکتیو تا میزان مجاز آن لازم می‌باشد، ولی بعلمت وجود محدودیتها و مشکلات مربوط به نصب این خازن‌ها مانند فقدان خازن با ظرفیت مورد نظر و متناسب با نیاز شبکه در بازار که معمولاً ظرفیت آنها بیشتر و یا کمتر از نیاز شبکه می‌باشد و همچنین محدودیت نصب خازن در محل مناسب، باعث بالا رفتن بار خازنی (کاپاسیتیو) از محل مصرف به شبکه در زمان کم باری شبکه می‌شود که خود افزایش تلفات انرژی الکتریکی را در بر دارد .

۶-۹-۴- نامتعادلی بار بین فازهایی که معمولاً در واگذاری انشعابات الکتریکی ایجاد می‌شود و همچنین عدم تعادل بین بار فیدرهای خروجی پست‌های توزیع نیروی برق به علت طولانی بودن برخی از شبکه‌ها باعث عدم استفاده مناسب از ظرفیت‌های ایجاد شده شبکه، کاهش ظرفیت مؤثر خطوط انتقال برق، افزایش میزان ولتاژ در برخی از فازها و در نتیجه افزایش تلفات در خطوط مذکور می‌گردد.

۶-۱۰- مشخصات فنی توان

انرژی الکتریکی با مشخصات فنی و طبق استاندارد توسط نیروگاه تولید و پس از عبور از شبکه‌های برق و تغییر ولتاژ آن از سطحی به سطح دیگر و طبق استانداردهای مربوطه مورد مصرف مشترکین برق قرار می‌گیرد. مشخصات برق تحویلی به مشترکین می‌بایستی طبق استاندارد باشد. تغییر مشخصات فنی توان الکتریکی اعم از انجام تغییرات بصورت دلخواه و بنابر دلایل فنی مانند تغییر ولتاژ برای انتقال توان الکتریکی، و یا بصورت غیر دلخواه ناشی از عملکرد مشترکین و یا شبکه‌های برق مانند هارمونیک‌های مزاحم و یا بار راکتیو باعث تغییر میزان تلفات در شبکه می‌گردد.

برخی از این مشخصات بشرح زیر می‌باشند:

۶-۱۰-۱- افزایش ولتاژ شبکه باعث کاهش تلفات شبکه و تثبیت آن در حد استانداردها، باعث تثبیت میزان تلفات در حد مجاز و قابل قبول خواهد شد.

۶-۱۰-۲- افت ولتاژ از حد استانداردها عامل مهمی جهت افزایش تلفات انرژی الکتریکی در شبکه‌های برق خواهد بود.

در تعیین میزان ولتاژ مدل ریاضی شبکه، می‌بایستی دامنه تغییرات آن، درصد زمانی افت یا اضافه ولتاژ نسبت به ولتاژ استاندارد مورد توجه واقع گردد.

۶-۱۰-۳- افزایش فرکانس شبکه باعث عبور جریان بیشتری از سطح خارجی هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق می‌گردد، که این موضوع خود باعث افزایش مقاومت هادی و در نتیجه افزایش تلفات می‌گردد.

از طرفی کاهش فرکانس شبکه نیز، میزان دقت لوازم اندازه‌گیری را کاهش داده و در نتیجه تلفات شبکه افزایش می‌یابد. هر چند که برای جبران بار شبکه میزان فرکانس را تا حد مجاز و استاندارد کاهش می‌دهند، ولی همانطور که اشاره شد میزان تلفات از این بابت افزایش می‌یابد.

۶-۱۰-۴- هارمونیک‌های مزاحم شبکه که معمولاً از طرف مصرف کنندگان برق به شبکه تحمیل می‌گردند، باعث تغییر شکل موج سینوس فرکانس برق شده و برای اصلاح این شکل موج سینوس می‌بایستی از فیلترهای مخصوص استفاده نمود که خود تلفات شبکه را از این بابت افزایش می‌دهد.

۶-۱۱- خطاهای محاسباتی

۶-۱۱-۱- علاوه بر خطاهای دستگاههای اندازه‌گیری شامل خطای مطلق و نسبی آن، خطاهای مربوط به ثبت مقادیر و خطاهای محاسباتی مربوط به تعیین میزان تلفات هم وجود دارد.

۶-۱۱-۲- در تعیین مقادیر مربوط به هر یک از عوامل مانند مقدار مقاومت و ضرایب مربوط به آن و دیگر مقادیر مشابه همواره خطاهائی وجود دارد که در تعیین میزان دقیق تلفات شبکه مؤثر می‌باشد.

۶-۱۱-۳- یکی از انواع تلفات که می‌بایستی بدان توجه نمود روشنایی معابر شهری، روشنایی محوطه میادین، پارک‌ها یا تابلوهای تبلیغاتی و غیره می‌باشد. هر چند برای اکثر این روشنایی‌ها لوازم اندازه‌گیری نصب شده است، ولی مقادیری از روشنایی معابر بعلت وجود محدودیت‌های اندازه‌گیری، مقدار انرژی مصرفی توسط آنها اندازه‌گیری نمی‌شود، لذا بعنوان تلفات می‌بایستی مد نظر قرار گیرد.

وجود لامپ‌های کم بازده و پر مصرف از جمله عوامل افزایش تلفات در سیستم روشنایی معابر می‌باشد.

۷- محاسبه تلفات

از آنجائیکه دو نوع تلفات توان و انرژی در شبکه‌های برق وجود دارد، لذا نحوه محاسبه هر یک از آنها متفاوت می‌باشد که به همین دلیل ذیلاً بصورت ساده و با در نظر گرفتن اصلی‌ترین اجزاء تلفات آمده است.

۷-۱- محاسبه تلفات توان

برای محاسبه میزان تلفات توان (کیلووات) در یک خط انتقال ساده نیروی برق و بدون انشعابات فرعی از محل فیدر خروجی تا انشعاب مشترک و یا نقطه مصرف بار توسط مشترک (نقطه تحویل برق به مشترک) معمولاً با استفاده از وسایل اندازه‌گیری، میزان شدت جریان عبوری از خط انتقال مورد نظر در محل خروجی فیدر اندازه‌گیری می‌شود که این شدت جریان، جریان مؤثر هادی و در زمان پیک بار یا اوج مصرف می‌باشد و با توجه به میزان مقاومت هادی خط و از حاصل ضرب این مقادیر میزان تلفات توان بدست می‌آید.

مقادیر جریان مؤثر خط و یا شبکه معمولاً در موقع اوج و یا قله مصرف اندازه‌گیری می‌شود و به همین دلیل تلفات توان عمدتاً حداکثر تلفات شبکه و بر حسب وات خواهد بود.

$$PL = RI^2$$

$PL =$ تلفات توان (تلفات در بار پیک) بر حسب کیلووات

$R =$ مقاومت هادی خط بر حسب کیلو اهم

$I =$ شدت جریان مؤثر خط بر حسب آمپر

در صورت وجود انشعابات متعدد و فرعی می‌بایستی تمامی مقادیر تلفات توان در هر یک از انشعابات محاسبه و با هم جمع شود.

در این روش با تعیین طول انشعاب یک فیدر خروجی پست برق، شامل انشعاب‌های اصلی و فرعی و تا محل واگذاری انشعاب برق به مشترکین و تعیین سطح مقطع هادی، جنس و ضریب مقاومت مخصوص آن، میزان مقاومت هادی برای هر انشعاب تعیین می‌شود.

با تعیین شدت جریان هر انشعاب و سایر مقادیر مربوطه تلفات هر انشعاب فرعی تعیین و تلفات هر خط از مجموعه تلفات انشعابات فرعی حاصل خواهد شد.

- تلفات بدست آمده، مجموع تلفات ناشی از جریان بار اکتیو و راکتیو می باشد.
- مقاومت هادی خط که تابع عواملی از جمله درجه حرارت محیط، تابش آفتاب، عوامل جوی، میزان شدت جریان در زمان حداکثر بار و سطح مقطع هادی، آرایش هادی، مشخصات و نوع آن می باشد، می بایستی در محاسبات منظور شود.
- در محاسبه تلفات توان تنها تلفاتی که به شکل مقاومت و از ناحیه هادی های خط (مقاومت ژول و مقاومت سلفی) ظاهر شده مورد محاسبه قرار می گیرد و بقیه اشکال تلفات مانند تلفات ناشی، خطاهای اندازه گیری و ... در محاسبات منظور نمی شوند.
- وسایل اندازه گیری می بایستی کالیبره بوده و میزان خطاهای آنها در حد مجاز باشند.

۷-۲- محاسبه تلفات انرژی

برای محاسبه میزان تلفات انرژی (کیلووات ساعت) در یک خط انتقال ساده نیروی برق و بدون انشعابات فرعی و برای یک دوره معین (یک روز)، با استفاده از وسایل اندازه گیری میزان شدت جریان عبوری از خط انتقال مورد نظر و در محل خروجی پست و بر روی فیدر پست و یا محل مصرف بار توسط مشترک (نقطه تحویل برق به مشترک) و در فواصل زمانی برنامه ریزی شده که جریان مؤثر هادی می باشد، اندازه گیری می شود.

میزان مقاومت هادی خط را می بایستی در زمان های اندازه گیری شدت جریان محاسبه و تعیین نمود .

$$EL_n = T_n \cdot \sum_{i=1}^n R_i I_i^2$$

EL_n = تلفات انرژی در دوره n بر حسب کیلووات ساعت

R_i = مقاومت هادی در لحظه I بر حسب کیلو اهم

I_i = شدت جریان مؤثر خط در لحظه I بر حسب آمپر

T_n = مدت زمان در دوره n بر حسب ساعت

- چنانکه ملاحظه می‌شود تلفات انرژی یک خط مجموعه تلفات انرژی در لحظات مختلف و در دوره زمانی مورد نظر می‌باشد و به عبارت دیگر مجموعه تلفات توان در دوره مربوطه می‌باشد.
- هر قدر اندازه‌گیری شدت جریان و محاسبه مقاومت هادی در فواصل زمانی کوتاهتری صورت پذیرد، به همان نسبت میزان تلفات حاصله واقعی‌تر خواهد بود.
- در محاسبه مقدار مقاومت هادی خط و مقدار تلفات انرژی، نکات مذکور در محاسبه تلفات توان هم صادق می‌باشد.
- در قرائت وسایل اندازه‌گیری مربوط به میزان شدت جریان، درجه حرارت محیط، میزان تابش آفتاب و ... می‌بایستی بصورت هم زمان صورت گیرد.
- در صورتیکه متوسط مقادیر اندازه‌گیری شده برای یک دوره معین (یک روز) برای شدت جریان، درجه حرارت، میزان تابش آفتاب و ... در فرمول لحاظ گردد، متوسط تلفات انرژی خط و اگر حداکثر مقادیر مربوطه لحاظ گردد، حداکثر تلفات انرژی خط مورد نظر محاسبه و حاصل خواهد شد.

۸- برآورد تلفات انرژی

اندازه‌گیری و محاسبه تلفات انرژی به روش محاسبه با وجود مشکلات اجرایی تنها برای مدت کوتاهی مانند یک روز عملی بوده و برای محاسبه تلفات بوسیله اندازه‌گیری تلفات انرژی در طول مدت یکماه و یا یکسال و بعلاوه رفتارهای متفاوت بار شبکه می‌بایستی مقدار تلفات انرژی را برآورد نمود.

برای برآورد تلفات انرژی از رابطه بین ضریب تلفات و ضریب بار شبکه و همچنین رابطه بین تلفات پیک بار و تلفات انرژی به شرح زیر استفاده می‌شود.

$$L_{SF} = F(LF)$$

$$EL_n = T.PL.L_{SF}$$

$$L_{SF} = \text{ضریب تلفات}$$

$$LF = \text{ضریب بار}$$

$$F(LF) = \text{تابع ضریب بار شبکه}$$

برای تعیین تلفات انرژی برای یک دوره معین (یکماه یا یک سال) می‌بایستی ابتدا منحنی بار شبکه، ضریب بار شبکه، ضریب تلفات و سپس تلفات انرژی را برآورد نمود.

۸-۱- تعیین منحنی بار

منحنی بار شبکه بستگی به میزان مصرف مشترکین در طول شبانه‌روز داشته و چنانچه این منحنی بار یکنواخت و نوسانات کمتری در طول شبانه‌روز داشته باشد، میزان تلفات در شبکه مذکور کمتر خواهد بود.

از آنجایی که یکنواختی منحنی بار شبکه در طول سال، تأثیر بسیاری در میزان تلفات شبکه در طول مدت مذکور دارد، لذا یکنواختی منحنی بار شبکه در طول دوره و میزان این یکنواختی، میزان تلفات را تعیین خواهد نمود و به عبارت دیگر منحنی بار شبکه در طول سال که تابع میزان مصرف مشترکین برق می‌باشد در میزان تلفات شبکه تأثیر داشته و هر قدر این یکنواختی مصرف بیشتر باشد به همان نسبت میزان تلفات نیز کمتر خواهد بود.

هر چند منحنی بار شبکه متناسب با نیاز مصرف کنندگان در طول دوره‌های مختلف و در طول یک دوره متفاوت می‌باشد، ولی تجارت سالهای بهره‌برداری و اطلاع از میزان برق مصرفی توسط مشترکین با استفاده از لوازم اندازه‌گیری منحنی بار هر خط، شبکه‌های برق و شبکه سراسری کشور مشخص بوده و ارائه شده‌اند.

با در دست داشتن نمودار منحنی بار می‌توان زمان بار پیک و قله مصرف را که نیروگاهها تولید می‌نمایند، بر حسب کیلووات یا مگاوات و همچنین انرژی مصرف شده در طول یک دوره (یکسال) بر حسب کیلووات ساعت و یا مگاوات ساعت تعیین نمود.

۸-۲- تعیین ضریب بار

برابری و نزدیکی میزان تقاضای برق در طول شبانه‌روز و ایام سال (دوره محاسبه تلفات) با ظرفیت و توان تولیدی نیروگاهها نقش بسیار عمده‌ای در میزان تلفات دارد. چنانچه انرژی مصرفی و یا انتقالی در یک شبکه و یا خط انتقال نیرو در یک دوره معین نزدیک به انرژی پیک شبکه و یا خط انتقال نیرو در طول همان دوره باشد و یا به عبارت دیگر ضریب بار شبکه کمتر باشد، میزان تلفات در شبکه و یا خط انتقال مذکور کمتر خواهد بود.

$$LF = \frac{E}{T_n \cdot P}$$

E = انرژی الکتریکی مصرف شده (انتقالی) در یک دوره بر حسب کیلووات ساعت

P = پیک بار مصرفی (انتقالی) انرژی الکتریکی در طول دوره بر حسب کیلووات

با نصب وسائل اندازه‌گیری میزان انرژی الکتریکی مصرف شده توسط مشترکین برق (انتقالی) در یک دوره (یکسال) و بر حسب کیلووات ساعت یا مگاوات ساعت تعیین و با دانستن زمان قله مصرف در طول دوره (یکسال) میزان پیک بار مصرفی انرژی الکتریکی و یا حداکثر تولید نیروگاهها که نیاز مصرف کنندگان را در زمان مربوطه تأمین می‌نمایند بر حسب

کیلووات و یا مگاوات و با استفاده از وسائل اندازه‌گیری نصب شده تعیین می‌گردد و با داشتن طول دوره بر حسب ساعت مقدار ضریب بار تعیین می‌شود.

۸-۳- تعیین ضریب تلفات

برای تعیین ضریب تلفات با استفاده از میزان ضریب بار شبکه که می‌توان آن را بشرح فوق تعیین نمود، می‌بایستی از رابطه بین ضریب تلفات و ضریب بار استفاده کرد. در خصوص نحوه ارتباط ضریب تلفات و ضریب بار تاکنون مدل‌های مختلفی از سوی مراجع ذیربط ارائه شده که بشرح زیر آمده است:

$$L_{SF} = a.LF + b$$

$$L_{SF} = a.LF^2 + b.LF + c$$

$$L_{SF} = a.LF^3 + b.LF^2 + c.LF + d$$

$$L_{SF} = LF^x$$

$$X, C, b, a = \text{ضرایب ثابت}$$

بر حسب نوع شبکه، کاربرد آن و شرایط محیطی شبکه، مقادیر ثابت اعلام شده از سوی مراجع متفاوت بوده که بعضاً بشرح زیر آمده است.

برای شبکه‌های برق با بار بالا

$$L_{SF} = 0.92 LF^2 + 0.08 LF$$

برای شبکه‌های برق برای صنایع بزرگ

$$L_{SF} = 0.98 LF^2 + 0.02 LF$$

برای شبکه‌های برق سراسری

$$L_{SF} = 0.95 LF^2 + 0.05 LF$$

برای شبکه‌های برق در مناطق گرمسیری

$$L_{SF} = 0.80 LF^2 + 0.20 LF$$

برای شبکه‌های انتقال نیرو

$$L_{SF} = 0.70 LF^2 + 0.30 LF$$

برای شبکه‌های توزیع نیرو

$$L_{SF} = 0.85 LF^2 + 0.15 LF$$

برای شبکه‌های برق با بار پائین

$$L_{SF} = LF^{1.912}$$

برای شبکه‌های برق با ضریب بار ۰/۷۰ تا ۰/۸۰

$$L_{SF} = 1.03 LF^2$$

برای شبکه‌های برق با ضریب بار ۰/۶۰ تا ۰/۷۰

$$L_{SF} = 1.06 LF^2$$

برای شبکه‌های برق با ضریب بار ۰/۵۰ تا ۰/۶۰

$$L_{SF} = 1.09 LF^2$$

برای شبکه‌های برق با ضریب بار ۰/۴۰ تا ۰/۵۰

$$L_{SF} = 1.11 LF^2$$

برای شبکه‌های برق با ضریب بار ۰/۳۰ تا ۰/۴۰

$$L_{SF} = 1.12 LF^2$$

برای شبکه‌های برق با ضریب بار ۰/۲۵ تا ۰/۳۵

$$L_{SF} = 1.14 LF^2$$

برای شبکه‌های برق با ضریب بار ۰/۶۰

$$L_{SF} = 1.08 LF^2$$

برای شبکه‌های منشعب از نیروگاههای بار پیک برای بارهای ناپیوسته

$$L_{SF} = LF^3 + LF^2 + LF$$

برای شبکه‌های منشعب از نیروگاههای بار پیک برای بارهای کم

$$L_{SF} = 0.5 LF^3 + 0.1 LF^2 + 0.4 LF$$

۹- روش‌های تعیین تلفات

با توجه به اینکه تلفات شبکه‌های برق از اجزاء متعددی تشکیل شده‌اند و تعیین میزان تلفات بدون تعیین مقادیر مربوط به آنها در هر یک از اجزاء، اطلاعات دقیقی را ارائه نمی‌نمایند، لذا با توجه به میزان دقت محاسبات و همچنین اهداف و برنامه‌های مورد نظر در زمینه تلفات، می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود.

۹-۱- تفاضل خرید و فروش انرژی

در یک شبکه تبادل انرژی مقادیر انرژی خریداری شده از تولید کنندگان و یا عرضه کنندگان انرژی الکتریکی و همچنین انرژی مصرفی و یا فروخته شده به مشترکین مشخص می‌باشد. لذا میزان تلفات از تفاضل این دو مقدار حاصل می‌شود که در برگیرنده همه عوامل تلفات می‌باشد.

دقت این روش بستگی به دقت اندازه‌گیری و ثبت مقادیر خرید و فروش انرژی در سطوح مختلف ولتاژ دارد.

در این روش با نصب وسایل اندازه‌گیری بر روی فیدر خروجی یک پست برق در طول یک دوره معین، میزان انرژی فروش رفته توسط آن فیدر بر حسب کیلووات ساعت معین، می‌شود.

فیدر خروجی پست برق می‌تواند فیدر خروجی یک پست برق نیروگاه و یا فیدر خروجی یک پست برق فشار قوی انتقال یا پست فشار ضعیف انتقال و یا توزیع باشد.

انرژی خریداری شده و یا مصرف شده توسط مشترکین برق هم می‌بایستی از طریق نصب وسایل اندازه‌گیری بر روی محل واگذاری انشعاب در طول دوره مذکور صورت گیرد.

در این روش می‌بایستی کلیه انشعابات الکتریکی اعم از اصلی و فرعی و همچنین روشنایی معابر در دوره مورد نظر اندازه‌گیری شود.

دقت قرائت وسائل اندازه‌گیری و هم زمانی این قرائت و همچنین میزان خطای لوازم اندازه‌گیری می‌تواند دقت اندازه‌گیری تلفات را تعیین نماید.

آمار تفصیلی سالیانه برق که در آن میزان تولید نیروگاه‌ها و فروش برق در شبکه سراسری و خارج از آن و همچنین نیروی برق خریداری شده از کشورهای همجوار و فروش رفته به آنها منتشر می‌شود، مبین میزان خرید و فروش انرژی توسط صنعت برق می‌باشد. بدین ترتیب میزان تلفات انرژی الکتریکی در صنعت برق از تفاضل خرید و فروش انرژی حاصل خواهد شد. البته میزان برق مصرفی توسط پست‌های انتقال نیروی برق که بعنوان مصرف داخلی پست‌ها تلقی می‌شوند از مجموعه فوق کسر می‌گردد.

۹-۲- پخش بار

با استفاده از روش پخش بار شبکه می‌توان تلفات ژول و تلفات راکتیو خطوط انتقال نیروی برق که در برگیرنده همه انواع تلفات نمی‌باشد را تعیین نمود.

دقت این روش بستگی به تعیین میزان دقیق مقاومت هادی‌ها دارد که می‌تواند خطای بسیاری را به همراه داشته باشد.

مقاومت هادی‌ها تابع میزان جریان الکتریکی، درجه حرارت محیط، میزان تابش مستقیم نور خورشید و ... می‌باشد که با افزایش هر یک از آنها میزان مقاومت و میزان تلفات را افزایش می‌دهد.

۹-۳- مدل ریاضی

امروزه با استفاده از عوامل ثابت و متغیر موجود در یک سیستم و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر و با نوشتن روابط ریاضی ما بین آنها می‌توان مدلی را برای رفتار سیستم ایجاد نمود. برای شبکه‌های برق هم تاکنون مدل‌های ریاضی مختلفی با استفاده از روش پخش بار شبکه ارائه شده که از معروف‌ترین آنها در کشور که با استفاده از رایانه‌های شخصی قابل اجرا می‌باشد عبارتند از: صبا، پاشا و ای ام تی پی، که قابلیت‌های بسیاری برای انجام مطالعه و مشاهده رفتارهای مختلف شبکه از جمله تلفات در آن وجود دارد که با استفاده از برنامه‌های فوق می‌توان میزان تلفات شبکه‌های فوق را تعیین نمود.

با تعیین روابط ریاضی بین عوامل ثابت و متغیر موجود در شبکه‌های برق و با استفاده از برنامه‌های رایانه‌ای می‌توان مدل مناسبی را برای خطوط انتقال نیروی برق مورد نظر و یا برای شبکه‌های برق ایجاد و یا از برنامه‌های موجود و مخصوص اینکار استفاده نمود. ابتدا با تعیین مدل ریاضی مناسب برای شبکه مورد نظر که می‌خواهیم تلفات آنرا تعیین نماییم و با استفاده از روش پخش بار و یا سایر برنامه‌های مناسب و جایگزینی عوامل مختلف ثابت و متغیر مربوط به تلفات شبکه و مقادیر مربوط به هر یک از آنها و از طریق تغییر مقادیر و عوامل بصورت سعی و خطا می‌بایستی به مقادیر تلفات حاصل از تفاضل مجموعه انرژی تحویلی به شبکه (خرید انرژی) و انرژی فروش رفته برسیم.

این روش بستگی زیادی به اجزاء تلفات در مدل ریاضی و مقادیر هر یک از آنها دارد و میزان دقت مدل ریاضی را می‌توان از میزان تفاوت حاصل از اجرای برنامه طرح ریزی شده برای تلفات شبکه مورد نظر و تفاضل انرژی تحویلی به شبکه و فروش رفته توسط آن تعیین نمود.

۱۰- حد مجاز تلفات بعنوان شاخص

تاکنون حد مجاز و یا استاندارد برای تلفات شبکه‌های برق از سوی مؤسسات استانداردهای بین‌المللی و یا استانداردهای ملی کشورها اعلام نشده است. ولی برخی از کشورها با توجه به مشخصات شبکه‌های خود، مشخصات فنی تجهیزات و همچنین شرایط محیطی و اقلیمی حاکم بر آنها حدودی را بعنوان اهداف برنامه‌های خود بعنوان شاخص تلفات اعلام کرده و سعی داشته‌اند که طی یک و یا چند برنامه میان مدت به آن دست یابند. برای دستیابی به میزان حد مجاز تلفات شبکه‌های برق و داشتن یک شاخص تلفات، جهت ارزیابی و تحقق اهداف کاهش تلفات، مناسب‌ترین روش، طراحی شبکه‌های نمونه بر اساس ضوابط و معیارهای فنی و استانداردهای مورد پذیرش می‌باشد. که با انجام محاسبات الکتریکی برای یک نوع شبکه می‌توان درصد تلفات را محاسبه و بعنوان یک معیار مورد استفاده قرار داد و بایستی توجه نمود که در خصوص نحوه طراحی شبکه نمونه و ضوابط مورد استفاده، سلیقه‌ها و روشهای مختلفی وجود دارد که لازم است اتفاق نظری بعنوان روش مناسب برای شبکه‌های نمونه برق کشور وجود داشته باشد.

تجربه موجود برای انجام محاسبات و تعیین درصد حد مجاز تلفات برای شبکه‌های نمونه طراحی شده در شرکت برق کره (KEPCO) میزان این تلفات برای شبکه فشار قوی ۳ درصد، شبکه فشار متوسط ۴ درصد و شبکه فشار ضعیف ۵ درصد اعلام شده است.

شبکه‌های نمونه می‌تواند میزان حد مجاز تلفات را بعنوان شاخص اعلام نماید. با توجه به وسعت کشور و وجود انواع و اقسام شبکه‌های برق و شرایط متفاوت اقلیمی حاکم بر آنها و همچنین ظرفیت‌های مختلف برای انتقال نیروی برق برای شبکه‌های مورد نظر می‌توان مقادیر تلفات متفاوتی را برای شبکه‌های مختلف در کشور قائل شد و برای تعیین میزان مجاز تلفات برای هر یک از شبکه‌ها لازم است شبکه‌های نمونه‌ای با توجه به انواع تنوع موجود طراحی و تعیین حد مجاز تلفات برای هر یک از آنها مورد توافق قرار گیرد.

این شبکه‌ها می‌تواند برای شبکه‌های فشار ضعیف، متوسط و قوی طراحی و بعنوان شبکه‌های نمونه ارائه شوند.

هر چند ممکن است در سالهای اولیه میزان توافق حاصله برای حد مجاز تلفات برای شبکه‌های طراحی شده در هر منطقه زیاد باشد، ولی با مقایسه نسبی میان شبکه‌های مختلف و کسب تجربه می‌توان این حد مجاز را به میزان واقعی آن نزدیک و تعداد شبکه‌های نمونه را به تعداد معینی محدود نمود.

۱۱- میزان تلفات و درصد آن در شبکه‌های برق کشور

میزان تلفات در شبکه‌های سراسری برق بهم پیوسته در وزارت نیرو طبق جدول زیر می‌باشد.^۱

(میلیون کیلووات ساعت)

سال	تولید ویژه نیروگاه‌ها *	فروش انرژی *	تلفات *	درصد
۷۰	۵۱۱۵۲	۴۴۲۷۹	۶۸۷۳	۱۳/۴۴
۷۱	۵۴۶۷۳	۴۷۰۷۲	۷۶۰۱	۱۳/۹۰
۷۲	۶۱۶۱۵	۵۲۷۴۸	۸۸۶۷	۱۴/۳۹
۷۳	۶۶۷۰۹	۵۷۹۷۸	۸۷۳۱	۱۳/۰۹
۷۴	۶۸۹۸۰	۵۹۶۸۸	۹۲۹۲	۱۳/۴۷
۷۵	۷۳۶۱۹	۶۳۱۶۲	۱۰۴۵۷	۱۴/۲۰
۷۶	۷۹۵۶۹	۶۷۳۰۸	۱۲۲۶۱	۱۵/۴۱
۷۷	۸۴۵۸۱	۷۰۳۲۲	۱۴۲۵۹	۱۶/۸۶
۷۸	۱۰۰۳۵۲	۸۳۳۱۱	۱۷۰۴۱	۱۶/۹۸
۷۹	۱۰۹۹۱۷	۹۰۱۷۹	۱۹۷۳۵	۱۷/۹۶ (۱۷/۴۰)
۸۰	۱۱۷۹۷۸	۹۷۲۷۴	۲۰۷۰۴	۱۷/۵۵ (۱۷/۶۰)
۸۱	۱۲۸۵۷۲	۱۰۴۸۵۵	۲۳۷۱۷	۱۸/۴۵ (۱۸/۰۴)
۸۲	۱۴۲۵۰۸	۱۱۴۳۶۸	۲۵۶۱۲	۱۹/۴۶ (۱۸/۳۷)

() مقدار داخل پرانتز مربوط به درصد تلفات با توجه به مصرف داخلی پست‌های برق و تبادل انرژی بین شرکت‌ها می‌باشد که از سال ۷۹ به بعد مورد عمل و محاسبه قرار گرفته است.
* واحد بر حسب میلیون کیلووات ساعت

(۱) مأخذ: اطلاعات آمار تفصیلی صنعت برق سالهای ۷۰ الی ۸۲ منابع و مراجع [۱۰]

۱۲- هزینه‌های تلفات برای شبکه‌های برق کشور^۱

تلفات در شبکه‌های برق دارای هزینه‌های مختلفی به شرح زیر می‌باشد:

۱- سرمایه‌گذاری برای ایجاد تأسیسات برق به منظور جبران تلفات

- ۱-الف - ۱۱/۹۰۰/۰۰۰ ریال برای هر کیلووات احداث واحدهای تولید برق (نیروگاه)
- ۱-ب - ۱۳/۶۰۰/۰۰۰ ریال برای هر کیلووات احداث شبکه انتقال و فوق توزیع (شبکه فشار قوی)
- ۱-ج - ۱۵/۷۲۵/۰۰۰ ریال برای هر کیلووات احداث شبکه فشار متوسط

۲- کاهش درآمد حاصل از فروش برق

- ۲-الف - هر کیلووات ساعت ۳۴۰ ریال برای واحدهای تولیدی
- ۲-ب - هر کیلووات ساعت ۳۵۷ ریال برای شبکه‌های فوق توزیع و انتقال
- ۲-ج - هر کیلووات ساعت ۳۸۳ ریال برای شبکه‌های فشار متوسط
- ۲-د - هر کیلووات ساعت ۴۲۵ ریال برای شبکه‌های فشار ضعیف

۳- خسارات زیست محیطی

بازاء هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی تلف شده به میزان ۲۰۰ ریال به محیط زیست خسارت وارد می‌گردد.

۴- خسارت خاموشی ناشی از تلفات بعثت کمبود تولید انرژی الکتریکی

۱۲۰۰۰ ریال بازاء هر کیلووات ساعت خاموش برای مشترکین می‌باشد.
بنابراین هزینه تلفات علاوه بر کاهش درآمد، هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای ایجاد تأسیسات جدید، خسارت محیط زیست و خسارت خاموشی را نیز در بر دارد.

(۱) مأخذ: گزارشهای معاونت برنامه‌ریزی، توسعه و امور اقتصادی سازمان توانیر، منابع و مراجع [۱۱] و [۱۲]

۱۳- اقدامات انجام شده برای کاهش تلفات

کاهش تلفات شبکه‌های برق حداقل در سه برنامه توسعه اقتصادی کشور مد نظر بوده و بندهائی از آن به امر کاهش تلفات اختصاص یافته است و علاوه بر آن بعنوان یکی از وظایف اصلی واحدهای ستادی صنعت برق و شرکت‌های برق تابعه و وابسته مد نظر بوده و در راستای آن گروهها، کمیته‌ها و ستادهای مختلفی برای کاهش تلفات تشکیل و موارد مربوط به کاهش تلفات را بررسی و تجزیه و تحلیل نموده و راه‌کارهای مختلفی را تجربه نموده‌اند.

افزایش هزینه‌های تولید، انتقال و توزیع نیروی برق، افزایش تقاضای مشترکین برای برق بیشتر، افزایش هزینه‌ها و مشکلات نگهداری و بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع، وجود سیاستهای انقباضی دولت، لزوم وارد شدن به بازار تجارت جهانی و وجود رقابت‌های فشرده و انجام کارها بصورت اقتصادی و افزایش بهره‌وری باعث شده است تا سیاست‌های مربوط به کاهش تلفات ادامه داشته و اقدامات بیشتری در خصوص آن در حال انجام و برنامه‌ریزی برای آینده باشد.

برخی از این اقدامات بشرح زیر می‌باشد:

۱۳-۱- اجرای طرحها و پروژهها

۱. نصب تجهیزات اندازه‌گیری در فیدرهای فشار متوسط به تعداد ۲۱۰۰۰ دستگاه

۲. جمع‌آوری و برداشت اطلاعات شبکه

۳. متعادل کردن بار در انشعابات الکتریکی فشار ضعیف

۴. اصلاح اتصالات سست شبکه به میزان ۵۰۰/۰۰۰ اتصال

۵. اصلاح ضریب بار شبکه

۶. نصب تجهیزات نرم افزار انفورماتیک

۷. نصب آشکار ساز خطا در کلیدهای اتوماتیک

۸. نصب کنتور بر روشنایی معابر
۹. افزایش سطح مقطع هادی‌های ۶ و ۱۰ به مقاطع بالاتر
۱۰. تبدیل شبکه ۱۱ کیلوولت به ۳۳ کیلوولت
۱۱. نصب کنتورهای تکفاز چند تعرفه AMPY به تعداد ۶۰۰/۰۰۰ دستگاه
۱۲. نصب کنتورهای سه فاز چند تعرفه ISKRA به تعداد ۴۴۰۶۷ دستگاه
۱۳. کاهش قله بار به میزان ۵/۵ میلیارد کیلووات ساعت طی ۵ سال
۱۴. خازن‌گذاری شبکه‌های فشار ضعیف به میزان ۳۰/۰۰۰ MVAR
۱۵. اصلاح و بهینه‌سازی شبکه‌های برق ۳۱ منطقه نمونه
۱۶. نصب ۸۰/۰۰۰ لوازم اندازه‌گیری برای فیدرهای پست‌های فشار متوسط
۱۷. اصلاح و متعادل نمودن بار ۱۹۹ فیدر خروجی پست‌های فشار ضعیف
۱۸. تهیه طرح جامع توزیع
۱۹. نصب ۷۵۰/۰۰۰ لامپ پر بازده روشنایی در معابر
۲۰. استقرار سیستم GB و برآورد بار
۲۱. تهیه دیتالاگر
۲۲. تبدیل شبکه‌های تک فاز به سه فاز

۱۳-۲- انتشار گزارشها، کتب و نشریات پژوهشی، مطالعاتی و ...

شرکت برق منطقه‌ای تهران - ۱۳۷۸	- بررسی تلفات در شبکه‌های برق رسانی
دبیرخانه تحقیقات برق - ۱۳۷۶	- تلفات انرژی الکتریکی در شبکه‌های انتقال و توزیع
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان - ۱۳۸۳	- شفاف سازی محاسبات تلفات انرژی خوزستان
توانیر - ۱۳۸۳	- بررسی تلفات شبکه‌های موجود توزیع و ارائه راهکارها
شرکت برق منطقه‌ای کرمان - ۱۳۸۳	- جمع‌آوری اطلاعات دقیق و محاسبه تلفات فصلی
شرکت برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان - ۱۳۸۳	- ایجاد تعادل بار فیدهای ۲۰ کیلوولت مجموعه شهرستان زاهدان
توانیر - ۱۳۸۳	- بهینه‌سازی تلفات ترانسفورماتورها
توانیر - ۱۳۸۳	- مدیریت ولتاژ و بهره‌برداری بهینه از شبکه‌های توزیع و فوق توزیع
توزیع شمال غرب تهران - ۱۳۸۳	- اندازه‌گیری، بررسی و مقایسه تلفات انرژی الکتریکی
برق غرب - مهر ماه ۱۳۷۲	- مجموعه مقالات همایش کاهش تلفات انرژی و شیوه‌های کاهش آن
مرکز تحقیقات نیرو (متن) - ۱۳۸۰	- بررسی روشهای کاهش تلفات در شبکه‌های توزیع
پژوهشگاه نیرو - ۱۳۸۰	- شناسایی عوامل، مدل‌سازی و اندازه‌گیری تلفات در خطوط انتقال
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان - ۱۳۸۰	- افزایش قابلیت اطمینان در شبکه و کاهش تلفات به ویژه در توزیع
شرکت برق منطقه‌ای مازندران - ۱۳۷۸	- اندازه‌گیری و مدل سازی تلفات انرژی در خطوط و پست برق مازندران
شرکت برق منطقه‌ای زنجان - ۱۳۷۹	- بررسی تلفات در شبکه‌های توزیع زنجان

شرکت برق منطقه‌ای باختر - ۱۳۸۱	- بررسی نقاط عمده ایجاد تلفات انرژی در شبکه ۴۰ ولت شهرستان خرم‌آباد
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان - ۱۳۷۴	- بررسی تلفات انرژی کابل‌های ۲۰ کیلوولت و روشهای کاهش آن
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان - ۱۳۷۴	- بررسی طول عمر و تلفات ترانسفورماتورهای توزیع شرکت توزیع آذربایجان غربی
شرکت برق منطقه‌ای مازندران - ۱۳۸۱	- بهبود ضریب بار منحنی مصرف برق شبکه مازندران با اعمال مدیریت مصرف در صنایع
شرکت برق منطقه‌ای تهران - ۱۳۸۱	- بهینه‌سازی تلفات ترانسفورماتورهای شبکه فوق توزیع و توزیع
شرکت برق منطقه‌ای اصفهان - ۱۳۷۰	- بهینه‌سازی سیستم روشنایی معابر
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان - ۱۳۸۰	- تجدید آرایش شبکه‌های توزیع به منظور کاهش تلفات در بندرعباس
شرکت برق منطقه‌ای باختر - ۱۳۸۰	- تحقیق پیرامون عوامل تلفات و نحوه کاهش آنها در شبکه انتقال
توانیر - ۱۳۸۱	- تحقیقات پیرامون افزایش راندمان و بهره‌برداری بهینه در تأسیسات توزیع
شرکت برق منطقه‌ای فارس - ۱۳۸۰	- بررسی فنی و اقتصادی نصب خازن روی وسایل برقی توسط سازندگان
شرکت برق منطقه‌ای یزد - ۱۳۷۵	- بررسی و رده‌بندی عوامل عمده تلفات در شبکه هوایی ۴۰۰ ولت و روشهای کاهش آن

شرکت برق منطقه‌ای گیلان - ۱۳۸۰	- امکان سنجی استفاده از ولتاژ میانی در شبکه توزیع گیلان
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان - ۱۳۸۱	- امکان سنجی حذف ائشعاعات غیر مجاز و برق دزدی با استفاده از ولتاژ میانی
شرکت برق منطقه‌ای باختر - ۱۳۸۱	- بررسی روش‌های مؤثر تثبیت ولتاژ و کنترل توان راکتیو در استان همدان
شرکت برق منطقه‌ای سمنان - ۱۳۷۸	- بهینه‌سازی بازده انرژی کمپرسور خانگی برای یخچال فریزر
شرکت برق منطقه‌ای فارس - ۱۳۷۴	- تصحیح کننده ضریب توان در ترانس جوشکاری
شرکت برق منطقه‌ای مازندران - ۱۳۷۵	- تعیین الگوی رفتار بار به تفکیک نوع مصرف در شهرستان ساری
شرکت برق منطقه‌ای زنجان - ۱۳۷۴	- تعیین ضریب قدرت خط تغذیه کننده KV ۲۰ با استفاده از آمپر متر و خازن
شرکت برق منطقه‌ای خراسان - ۱۳۸۲	- تعیین درصد مؤلفه‌های مؤثر در تلفات سیستم‌های توزیع با بکارگیری قرائت کنتور
شرکت برق منطقه‌ای باختر - ۱۳۸۲	- تعیین سهم خطای اندازه‌گیری در میزان تلفات و تحلیل گزارشات بار نسبی
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان - ۱۳۷۶	- تعیین شکل شبکه توزیع برای کمترین تلفات در شبکه توزیع برق اردبیل
شرکت برق منطقه‌ای خراسان - ۱۳۸۰	- تهیه نرم افزار برای تعیین محل بهینه خازنهای جبران کننده
شرکت برق منطقه‌ای تهران - ۱۳۷۳	- جابجایی بهینه خازن در شبکه توزیع انرژی الکتریکی

شرکت برق منطقه‌ای خراسان - ۱۳۸۱	- جابجایی بهینه خازنهای ثابت و متغیر موازی توزیع انرژی الکتریکی خراسان
شرکت برق منطقه‌ای خراسان - ۱۳۸۱	- خازن گذاری بهینه در شبکه فشار ضعیف با هدف کاهش تلفات
شرکت برق منطقه‌ای اصفهان - ۱۳۸۰	- خازن گذاری بهینه در شبکه توزیع اصفهان جهت اصلاح ولتاژ و ضریب قدرت
شرکت برق منطقه‌ای خراسان - ۱۳۸۰	- ساخت دستگاه محافظ تابلوی Out Door در مقابل افت ولتاژ و اضافه ولتاژ
شرکت برق منطقه‌ای مازندران - ۱۳۸۰	- تعیین الگوی مصرف برق و ارائه راهبردهای مدیریت بار در استان مازندران
شرکت برق منطقه‌ای فارس - بهمن ماه ۱۳۷۹	- شناخت درصد تلفات و بررسی روش‌های کاهش آن در شبکه توزیع فارس و بوشهر
شرکت برق منطقه‌ای خراسان - ۱۳۷۰	- شناسایی عوامل پرت در شبکه توزیع خراسان
شرکت برق منطقه‌ای تهران - ۱۳۷۰	- طراحی و ساخت یک دستگاه نشانگر عیب زمین در شبکه‌های هوایی
شرکت برق منطقه‌ای گیلان - ۱۳۷۶	- طراحی و ساخت دستگاه تزریق بار راکتیو برای کنترل پلاریته جریان در کنتور
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان - ۱۳۸۰	- کاهش تلفات انرژی ناشی از جریان راکتیو در شبکه‌های توزیع ۲۰ کیلوولت
شرکت برق منطقه‌ای تهران - ۱۳۸۰	- کاهش تلفات در سیستم‌های توزیع یا جابجایی بهینه خازن به روش منطق فازی

شرکت برق منطقه‌ای باختر - ۱۳۷۲	- کاهش تلفات و افزایش راندمان تأسیسات توزیع برق منطقه‌ای باختر
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان - ۱۳۸۱	- متعادل سازی بار شبکه توزیع اردبیل به کمک توان راکتیو به منظور کاهش تلفات
شرکت برق منطقه‌ای مازندران - ۱۳۷۰	- محاسبه تلفات انرژی و روشهای کاهش آن در شبکه توزیع مازندران
شرکت برق منطقه‌ای تهران - ۱۳۸۱	- مدیریت ولتاژ در بهره‌برداری بهینه از شبکه‌های فوق توزیع و توزیع
شرکت برق منطقه‌ای اصفهان - ۱۳۷۹	- مدیریت بار در بخش انرژی الکتریکی منطقه اصفهان با استفاده از تجارب موجود
شرکت برق منطقه‌ای تهران - ۱۳۷۸	- مطالعه تلفات در شبکه‌های توزیع
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان - ۱۳۷۰	- مطالعه در مورد کاهش افت در سیستم توزیع شبکه برق آذربایجان
شرکت برق منطقه‌ای اصفهان - ۱۳۸۰	- مطالعه و بررسی اتصال شبکه‌های فوق توزیع به منظور بهره‌برداری بهینه از آنها
شرکت برق منطقه‌ای مازندران - ۱۳۷۶	- مطالعه و بررسی حذف تپ چنجر در ترانسفورماتورهای توزیع
شرکت برق منطقه‌ای تهران - ۱۳۷۶	- مطالعه و تحقیق در مورد تلفات انرژی الکتریکی در هسته ترانسفورماتورها
شرکت برق منطقه‌ای فارس - ۱۳۷۷	- متعادل نمودن جریان فازهای خطوط توزیع بوشهر با استفاده از جبران ساز

۱۳-۳- کمیته‌های کاهش تلفات

تاکنون کمیته‌های مختلفی توسط واحدها و یگانهای مستقل و همچنین انجمن‌های علمی برای کاهش تلفات در شبکه‌های برق (شبکه‌های فشار قوی - فشار متوسط ، فشار ضعیف و پست‌های انتقال و توزیع نیروی برق) تشکیل و هر یک از آنها جلسات متعددی داشته‌اند. از جمله این کمیته‌ها، کمیته کاهش تلفات انجمن مهندسين برق کشور می‌باشد که با فراخوانی مقاله و برگزاری همایش‌های تخصصی طی سالیان گذشته و انجام جلسات فنی و کارشناسی و برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارکنان و دست اندرکاران در شرکتهای برق سعی در افزایش آگاهی و مهارت کارشناسان صنعت برق در مسائل مربوط به تلفات شبکه‌های برق را داشته‌اند.

از دیگر کمیته‌ها ، کمیته کاهش تلفات در مدیریت مصرف برق می‌باشد که طی چندین نشست، راهکارهای مربوط به کاهش تلفات را بررسی و اولویت‌های مربوطه را همراه با برنامه‌های اجرایی آن ارائه نموده‌اند. این کمیته با توجه به مسائل مدیریت مصرف، راهکارهای کاهش تلفات در هر یک از بخشهای تولید، انتقال و توزیع را بطور مستقل ارائه نموده‌اند. کمیته کاهش تلفات توزیع که بیشترین تلفات شبکه‌های برق مربوط به این بخش می‌باشد، در سالهای اخیر و با برنامه‌ریزی و مدیریت واحد توزیع سازمان توانیر شکل گرفته است و طی دستور کار این کمیته روشهای تعیین و اندازه‌گیری تلفات، بررسی راهکارهای کاهش تلفات از طریق روش جزء به جزء و همچنین اندازه‌گیری بر روی فیدرهای پستهای فشار ضعیف در حال بررسی و تبادل نظر می‌باشند.

۱۳-۴- ایجاد بانک اطلاعات

بررسی سوابق کشورهای مختلف دنیا و همچنین جمع‌آوری کتاب ، نشریه ، مقاله و مستندات مربوط به کاهش تلفات از جمله اقدامات زیر بنایی و بستر سازی لازم برای کاهش تلفات می‌باشد که در حال پیگیری می‌باشد.

ایجاد بانک اطلاعات شبکه، مشخصات فنی و موقعیت جغرافیائی آنها و استقرار این اطلاعات بر روی رایانه‌های شخصی و با استفاده از نرم افزارهای مهندسی از جمله اقدامات مربوطه در این زمینه می‌باشد.

۱۳-۵- اندازه‌گیری تلفات

برای اندازه‌گیری میزان واقعی تلفات در شبکه‌های برق خصوصاً شبکه‌های توزیع نیروی برق علاوه بر برنامه‌ریزی انجام شده برای تهیه لوازم اندازه‌گیری، نصب آنها برای مشترکین و بر روی فیدرهای خروجی پست‌های فشار ضعیف و تابلوهای پست‌های فشار متوسط و همچنین روشنایی معابر، اقداماتی برای کالیبراسیون این لوازم و همچنین کاهش میزان خطا در اندازه‌گیری، کاهش خطا در ثبت و محاسبه مقادیر اندازه‌گیری شده و همچنین کاهش میزان استفاده از برق‌های غیر مجاز از طریق اعمال سیاست‌های تشویقی مانند نصب لوازم اندازه‌گیری بدون دریافت هزینه‌های مربوطه، استفاده از روشهای فنی و تغییر سطوح ولتاژ و نظایر آن در حال اقدام و بررسی نتایج حاصله از اثر اجرای آنها می‌باشد.

۱۳-۶- طرح جامع تبادل انرژی

به منظور اندازه‌گیری دقیق میزان انرژی مبادله شده بین شرکت‌های برق، انرژی تولید شده از نیروگاهها، خرید و فروش انرژی از کشورهای همسایه و فروش انرژی به مشترکین برق نسبت به نصب و یا تکمیل لوازم اندازه‌گیری در نقاط تبادل (خرید و فروش) همراه با نرم افزارهای مربوطه اقدام شده است یا پردازش اطلاعات حاصل از لوازم اندازه‌گیری، می‌توان میزان تلفات شبکه مورد نظر را محاسبه و تعیین نمود.

۱۳-۷- ایجاد الگو

باتوجه به وسعت و تعدد شرکت‌های برق واز آنجائیکه ظرفیت انجام عملیات لازم برای کاهش تلفات شبکه‌های موجود محدود می‌باشد، لذا با ایجاد الگوی مناسب در چند شرکت و ترویج آن می‌توان ظرفیت‌های لازم را برای انجام طرحها و پروژه‌های کاهش تلفات در شرکت‌های برق ایجاد و با شاخص قرار دادن آنها بعنوان الگو به هدف‌های مربوطه دست یافت.

۱۳-۸- استفاده از خدمات مهندسين خارجي

استفاده از تجربه و مهارت مهندسين مشاور کشورهای پیشرفته در زمینه‌های کاهش تلفات و انتقال این تجربیات و تلفیق آنها با تجارب داخلی می‌تواند راهکار مناسبی باشد. برقراری ارتباط با مهندسين EGTE فرانسه که متشکل از بازنشستگان صنعت برق فرانسه می‌باشند توسط واحد مدیریت توزیع صنعت برق در حال پیگیری می‌باشد.

۱۳-۹- طرح کاهش تلفات

به منظور کاهش میزان تلفات شبکه‌های توزیع نیروی برق در طول برنامه سوم توسعه اقتصادی طی سالهای ۷۹ الی ۸۳ طرحی با اعتباری معادل ۹۵۸۸۹۰ میلیون ریال به منظور انجام پروژه‌های مربوط به کاهش تلفات شبکه‌های برق در شرکت‌های برق به مرحله اجرا گذاشته شده است و این اقدامات برای برنامه چهارم توسعه اقتصادی نیز ادامه خواهد داشت.

۱۳-۱۰- طرح بازسازی شبکه‌ها

به منظور کاهش میزان تلفات در شبکه‌های توزیع نیروی برق و همچنین افزایش قابلیت اطمینان، کاهش خاموشی‌های ناخواسته در طول برنامه سوم توسعه اقتصادی، در سالهای ۷۹ الی ۸۳ طرحی با اعتباری معادل ۵۴۱۴۶۶ میلیون ریال به منظور انجام پروژه‌های مربوطه در

شرکت‌های برق به مرحله اجرا گذاشته شده است و این اقدامات برای برنامه چهارم توسعه اقتصادی هم ادامه خواهد داشت.

۱۴- راهکارهای کاهش تلفات

جهت کاهش تلفات، راهکارهای متعددی تاکنون شناسائی و مورد تجربه قرار گرفته است. این راهکارها عمدتاً شامل اقداماتی می‌باشد که باعث می‌گردد یک یا چند عامل تلفات کاهش پیدا کند و با دستیابی به فنون و نوآوریهای جدید علمی و کشف پدیده و یا خواص جدیدی در مواد، مصالح و ... این راهکارها افزایش می‌یابد.

از آنجائیکه برخی از تلفات ناشی از تلفیق دو و یا چند عامل می‌باشد لذا انجام و بکارگیری تعدادی از راهکارها می‌تواند اثر بخشی بیشتری برای کاهش تلفات داشته باشد. عمده تلفات شبکه‌های برق ناشی از مقاومت هادی‌های خطوط و تجهیزات شبکه‌های برق می‌باشد و از آنجائیکه این مقاومت در اثر افزایش شدت جریان عبوری از خط و گرم شدن و همچنین گرمای محیط و سایر عوامل افزایش می‌یابد، لذا یکی از عمده‌ترین روشهای کاهش تلفات، کاهش میزان مقاومت هادی‌های خطوط و عوامل مرتبط با آن می‌باشد.

مقاومت سلفی هم همانند مقاومت اهمی در شبکه‌های برق از عوامل تلفات می‌باشد و کاهش آن از طریق ایجاد تعادل بین حالت سلفی و خازنی شبکه از راهکارهای عمده کاهش تلفات می‌باشد. کاهش میزان نشتی جریان الکتریکی، مصرف داخلی تجهیزات و تأسیسات و خطاهای اندازه‌گیری از راهکارهای اصلی و عمده کاهش تلفات می‌باشد که تعدادی از آنها بشرح زیر آمده است.

۱۴-۱- تقسیم متعادل بارها بین فیدرهای خروجی پست‌های برق

تقسیم متعادل بارها بین ترانسفورماتورهای برق که فیدرهای خروجی را تغذیه می‌کنند خصوصاً در پست‌های فشار ضعیف که مشترکین متعددی در شاخه‌های مربوط به هر فیدر تغذیه می‌شوند، باعث می‌گردد که میزان تلفات در ترانسفورماتورهای قدرت شبکه‌های برق خصوصاً شبکه توزیع نیروی برق کاهش یابد. جهت کاهش میزان عدم تعادل در فیدرها می‌بایستی از شعاع گسترش خطوط انتقال با طول زیاد اجتناب نموده و با تبدیل شبکه‌های شعاعی طولانی به شبکه‌های حلقوی، غربانی و ... در ترانسفورماتورهای قدرت، تعادل ایجاد نمود.

۱۴-۲- خازن‌گذاری در شبکه‌های فشار ضعیف

خازن‌گذاری باعث کاهش بار راکتیو شبکه ناشی از بارهای سلفی مصرف کنندگان برق و تعادل بین حالت سلفی و خازنی شبکه و کاهش بار راکتیو شبکه به حد مجاز خواهد شد. هر چند در موقع احداث شبکه‌های برق با ایجاد بانک‌های خازنی سعی در ایجاد این تعادل می‌گردد، ولی بارهای سلفی و ناخواسته مشترکین برق این تعادل را از بین برده و مقادیر بسیاری بار راکتیو را به شبکه تحمیل می‌نماید. انتخاب مناسب خازن‌ها، متناسب با میزان بار راکتیو شبکه و در مدار بودن آنها باعث کاهش بار راکتیو شبکه می‌گردد. عدم دقت در این موضوع نه تنها میزان تلفات شبکه را افزایش می‌دهد، بلکه باعث بروز خساراتی نیز به لوازم برقی مصرف کنندگان و شبکه‌های برق می‌شود.

۱۴-۳- تقسیم متعادل بارها (انشعاب مشترکین)

تعادل بار بین سه فاز شبکه‌های برق خصوصاً در شبکه‌های توزیع نیروی برق باعث کاهش میزان تلفات ترانسفورماتورهای توزیع و تلفات شبکه‌های برق خواهد شد.

رعایت دستورالعمل‌های مربوط به واگذاری انشعابات الکتریکی به مشترکین برق، توجه به میزان دیمانند مصرفی مشترکین و میزان مصرف واقعی آنها و برقراری نوعی تعادل در سه فاز باعث کاهش تلفات خواهد شد.

۱۴-۴- کاهش میزان مقاومت الکتریکی هادی‌ها

کاهش مقاومت هادی‌های فاز شبکه‌های برق از طریق تعویض هادی‌های فرسوده و جایگزینی آنها با هادی‌هایی با سطح مقطع و مشخصات مناسب و طبق استاندارد، برقراری آرایش مناسب و بر اساس ضوابط فنی شبکه‌های برق، میزان تلفات را کاهش خواهد داد. کاهش تلفات ژول هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق در حال احداث از طریق انتخاب هادی‌های مناسب از نظر سطح مقطع، نوع، آرایش آنها، مناسب بودن با شرایط محیطی و مشخصات فنی شبکه، کنترل کیفی هادی‌ها طبق استانداردها و خرید از کارخانجات ذیصلاح و اخذ گواهی‌های اطمینان از کیفیت، انجام حمل و نصب هادی‌ها طبق دستورالعملها و عدم صدمه به هادی‌ها در هنگام نصب، رعایت فواصل الکتریکی، رعایت میزان کشش و شکم هادی‌ها در هنگام نصب از نکات لازم برای کاهش تلفات در هادی‌ها می‌باشد.

۱۴-۵- کاهش مقاومت الکتریکی هادی نول

کاهش مقاومت شبکه‌های برق از طریق تعویض هادی‌های نول فرسوده شبکه‌های فشار ضعیف و جایگزینی آنها با هادی‌های با سطح مقطع مناسب، انتخاب سیم زمینی مناسب برای پست‌های برق بر اساس استانداردها و کاهش میزان مقاومت زمین پست و در حد استاندارد باعث کاهش میزان جریان‌های اضافی و گردش در شبکه‌های برق و تلفات در آنها خواهد شد.

انجام بازدید و اندازه‌گیری دوره‌ای بر اساس دستورالعمل‌های مربوطه از سیستم زمین و همچنین مقاومت زمین و سیم نول باعث حصول اطمینان از صحت عملکرد سیستم از این بابت خواهد شد. و در صورت وجود اشکال می‌بایستی نسبت به رفع و اصلاح آن اقدام نمود.

۱۴-۶- خازن‌گذاری بر روی الکتروموتورها

این عمل باعث خواهد شد که هنگام در مدار قرار گرفتن موتورها و اعمال بار راکتیو به شبکه، خازن‌های مربوطه نیز در مدار قرار گرفته و نسبت به اصلاح ضریب بار شبکه اقدام نمایند و این همزمانی و تناسب ظرفیت‌ها باعث کاهش بار راکتیو شبکه خواهد شد که کاهش تلفات شبکه را در بر خواهد داشت. این کار نسبت به اصلاح ضریب بار شبکه از طریق نصب خازن در شبکه‌های فشار ضعیف ارجحیت دارد و از بروز صدمات احتمالی به لوازم برقی مشترکین جلوگیری خواهد کرد.

۱۴-۷- کاهش تلفات کرونا

انتخاب هادی‌های متناسب با شرایط محیط مانند درجه حرارت، میزان آلودگی و ... باندل کردن هادی‌ها، رعایت دستورالعمل‌های بهره‌برداری خصوصاً ولتاژ خط و متناسب با شرایط جوی خطوط انتقال، کاهش تلفات کرونا را در بر خواهد داشت.

۱۴-۸- کاهش تلفات ناشی از شاخه و برگ‌های درختان در معابر

انجام عملیات شاخه زنی و بازدیدهای به موقع برای جلوگیری از نشتی‌های حاصله از این بابت کاهش تلفات ناشی را باعث خواهد شد.

۱۴-۹- کاهش تلفات ناشی از مقره‌ها

با استفاده از مقره‌ها با فاصله خزش مناسب و طبق استانداردهای معتبر و مطابق با شرایط اقلیمی کشور، استفاده از مقره‌های جدید سلیکونی و کمپوزیتی برای مناطق خاص کشور،

دقت در حصول اطمینان از کیفیت مقررها با انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد و اخذ گواهی‌های مربوطه، کاهش تلفات ناشی از نشتی مقررها را در بر خواهد داشت.

۱۴-۱۰- کاهش تلفات بی باری و اضافه بار ترانسفورماتورهای شبکه

از طریق انتخاب ظرفیت مناسب ترانسفورماتورهای قدرت و مشخصات فنی طبق استاندارد و دقت در انتخاب محل پست و نصب ترانس در نزدیکی محل ثقل بار و توجه به اعطای انشعابات جدید ناشی از توسعه ساخت و سازهای شهری و روستائی، با در نظر گرفتن تعادل در مراکز ثقل بار، کاهش تلفات بی باری را در پی خواهد داشت.

۱۴-۱۱- کاهش تلفات ناشی از کاهش و یا افزایش ولتاژ برق مشترکین

با استفاده از نسبت تبدیل ترانسفورماتورها که متناسب با منحنی بار مصرف مشترکین تغییر می‌کند و حفظ ثبات ولتاژ مشترکین برق با استفاده مناسب و بجای نسبت تبدیل در ترانسفورماتورهای توزیع می‌توان تلفات شبکه‌های برق را کاهش داد.

۱۴-۱۲- کاهش تلفات ژول تجهیزات شبکه‌های برق

یراق آلات، کلیدها، سکسیونرها، خازن‌ها، راکتورها و ... از طریق انتخاب مناسب و بر اساس شرایط محیطی منطقه، مشخصات شبکه و محل نصب آنها، خرید از کارخانجات و تولید کنندگان ذیصلاح، اخذ گواهی‌های معتبر و اطمینان از کیفیت آنها، رعایت دستورالعمل‌های نصب، راه‌اندازی، نگهداری و بهره‌برداری باعث کاهش تلفات ژول تجهیزات شبکه‌های برق خواهد شد.

۱۴-۱۳- کاهش مصرف داخلی پست‌ها از طریق نصب کنتور

برای اندازه‌گیری مصارف داخلی، اعمال صرفه‌جویی روشنائی محوطه، ساختمان پست، ساختمان تأسیسات و نگهبانی، انتخاب و بکارگیری تجهیزات مناسب و با راندمان بالا برای تأمین آب، دستگاههای تصفیه روغن و تجهیزات کمکی مورد نیاز در پست، استفاده از لامپ‌های پر بازده برای محوطه و کم مصرف برای داخل ساختمانها و تأسیسات استفاده از

عایق‌های حرارتی برای جلوگیری از اتلاف حرارت و برودت در ساختمانها، برنامه ریزی مناسب برای انجام تعمیرات کاهش مصرف داخلی پست‌های برق را سبب خواهد شد.

۱۴-۱۴- کاهش تلفات آهن و مس ترانسفورماتورها

استفاده از ورق‌های سیلکونی و فن‌آوریهای جدید برای برش و آماده‌سازی آنها در ساخت هسته‌های ترانسفورماتورها باعث کاهش تلفات آهن در ترانسفورماتورها خواهد شد. استفاده از مفتول‌های مسی با درجه خلوص بالا و همچنین استفاده از عایق‌های با مشخصات فنی مناسب و همچنین استفاده از فن‌آوریهای جدید در پیچیدن سیم پیچ‌ها و آماده‌سازی آنها باعث کاهش تلفات مس در ترانسفورماتورها خواهد شد.

۱۴-۱۵- کاهش تلفات حرارتی ترانسفورماتورها

با استفاده از روشهای تلفیقی انتقال حرارت برای سیستم خنک کن ترانسفورماتورها و فن‌آوریهای جدید لوله‌های پره‌دار در رادیاتورها و سیستم خنک کن و استفاده از موتورهای راندمان بالا برای فن‌های سیستم خنک کن، می‌توان تلفات حرارتی ترانسفورماتورها را کاهش داد.

۱۴-۱۶- کاهش تلفات ناشی از اتصالات نشست

افزایش دقت در نصب اتصالات و یراق شبکه‌های برق و استفاده از وسایل و ابزار مناسب برای این کار و انجام آزمون‌های مربوط به صحت انجام اتصالات و انجام بازدیدهای دوره‌ای مبنی بر صحت اتصالات و تعویض به موقع اتصالات معیوب و سست شبکه، از دیگر مواردی است که موجب کاهش تلفات ناشی خواهد شد.

۱۴-۱۷ - کاهش تلفات ناشی از آلودگی محیطی

یکی دیگر از مواردی که باعث کاهش تلفات ناشی از آلودگی محیطی می‌شود، استفاده از مقره‌های مناسب برای شرایط محیطی منطقه و بکارگیری مقره‌ها با مشخصات فنی طبق استاندارد و دارا بودن گواهی کیفیت از آزمایشگاههای ذیصلاح، و همچنین انجام بازدیدهای دوره‌ای مبنی بر سالم بودن مقره‌ها و انجام برنامه‌های شستشوی مقره‌ها در زمان‌های مقرر و طبق دستورالعمل‌های اجرائی مربوطه و تعویض مقره‌های غیر سالم می‌باشد.

۱۴-۱۸ - کاهش خطاهای اندازه‌گیری

استفاده از دستگاههای اندازه‌گیری مناسب کیفیت توان برای تعیین میزان تلفات، خرید از سازندگان معتبر و دارا بودن گواهی‌های تضمین کیفیت برای دستگاههای مذکور، انجام بموقع کالیبراسیون دستگاهها، نگهداری دستگاه در مکان‌های مناسب، توجه به دستورالعمل‌های مربوط به بکارگیری و نگهداری آنها، دقت در قرائت صحیح مقادیر و کنترل مجدد آنها، ثبت دقیق مقادیر و محاسبه دقیق آنها و انجام کنترل‌های بعدی، کاهش خطاهای اندازه‌گیری را باعث خواهد شد.

انجام اندازه‌گیری متعدد و مقایسه نتایج مربوطه و استفاده از روشهای سعی و خطا در کاهش اختلاف مقادیر بدست آمده، استفاده از روش میانگین چندین قرائت و ثبت مقادیر میانگین به عنوان نتیجه قرائت، خطاهای اندازه‌گیری را به مقدار قابل توجهی کاهش خواهد داد.

۱۴-۱۹ - کاهش تلفات ناشی از جریان‌های اضافی در شبکه

استفاده از برق‌گیرهای مناسب بر حسب شرایط محیطی و محل استفاده آنها با مشخصات فنی طبق استاندارد و دارا بودن گواهی کیفیت از آزمایشگاههای ذیصلاح، انجام بازدیدهای دوره‌ای مبنی بر سالم بودن برق‌گیرها طبق دستورالعمل‌های نگهداری و بهره‌برداری از آنها،

انتخاب مناسب اتصالات و سیم زمین با مشخصات و مقطع مناسب و اجرای صحیح سیستم زمین در محل نصب برق گیر و انجام اندازه‌گیری مقاومت زمین و اطمینان از مناسب و قابل قبول بودن میزان آن طبق استانداردها و اندازه‌گیری‌های دوره‌ای مبنی بر ثابت بودن آن در طول دوره بهره‌برداری، باعث کاهش تلفات ناشی از جریان‌های اضافی در شبکه خواهد شد.

۱۴-۲۰- بهبود افت ولتاژ

رفع افت ولتاژ مشترکین برق خصوصاً در نقاط انتهایی شبکه‌های شعاعی، تنظیم و تثبیت سطح ولتاژ در یک محدوده منطقی برای مشترکین برق، سعی در حفظ مصرف کنندگان سه فاز و اتصال مستقیم مصرف کنندگان به سطح ولتاژ بالا برای مشترکین مربوطه، رفع نقاط ژرف شبکه، انتخاب مناسب نقطه ژرف برای مانور روی خط از دو طرف، انجام به موقع تعمیرات شبکه‌های برق و سرویس دهی به مشترکین برق در کاهش میزان تلفات شبکه‌های برق مؤثر می‌باشد.

۱۴-۲۱- کاهش میزان ضریب بار شبکه

کاهش ضریب بار شبکه ناشی از میزان تقاضای متفاوت مشترکین و محدود کردن پیک بار از طریق اعمال سیاست‌های مدیریت مصرف باعث حداکثر استفاده از ظرفیت شبکه‌های احداث شده برای انتقال نیروی برق و همچنین ظرفیت ایجاد شده نیروگاهها برای رفع نیاز مصرف کنندگان و تناسب میان ظرفیت‌های موجود و ظرفیت‌های مورد نیاز خواهد شد که این امر موجب کاهش میزان تلفات در شبکه‌های برق خواهد شد.

۱۴-۲۲- استفاده از ترانسفورماتورهای جدید با هسته آمورف

استفاده از فن‌آوری‌های جدید باعث خواهد شد که میزان تلفات در ترانسفورماتورها به میزان قابل توجهی کاهش پیدا کرده و تلفات شبکه را نیز کاهش دهد. خصوصاً اینکه این

ترانسفورماتور در محل مناسبی و بر اساس محاسبات مهندسی و در مرکز ثقل بار و مناسب با ظرفیت شبکه نصب و استفاده گردد.

۱۴-۲۳ - استفاده از لامپ‌های پر بازده

بخشی از انرژی الکتریکی بصورت روشنایی در معابر و میادین مصرف می‌شود. استفاده از لامپ‌های پر بازده و همچنین لامپ‌های کم مصرف باعث کاهش میزان مصرف برق برای تأمین روشنایی مورد نیاز خواهد شد.

توجه به استانداردهای روشنایی معابر بر اساس ضوابط و معیارهای مربوطه و انتخاب لوازم و تجهیزات مربوطه بر اساس آزمون‌های کنترل کیفی، میزان بهره‌وری روشنایی را افزایش خواهد داد.

نصب کنتور برای روشنایی معابر و میادین باعث خواهد شد که میزان انرژی الکتریکی مصرفی از این بابت مشخص شده و در نتیجه هنگام محاسبات تلفات، میزان تلفات شبکه‌های برق مشخص‌تر خواهد شد.

۱۴-۲۴ - ارزیابی مستمر

پیش‌بینی‌های صحیح برآورد بار، چگالی بار، رشد مصرف، تهیه طرح جامع توزیع و برنامه‌ریزی صحیح برای احداث شبکه‌های برق و بکارگیری مناسب آنها، اجرای ضوابط و معیارهای فنی در طراحی، مشخصات فنی و استانداردها در طراحی و اجرا، بکارگیری مناسب دستورالعمل‌های اجرائی در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات شبکه‌های برق، برقراری نظام بازرسی در کلیه مراحل، برقراری سامانه‌های اطلاعاتی برای شبکه‌های برق مانند نقشه‌ها، اطلاعات دینامیکی، مشخصات فنی تجهیزات، برقراری نظام نظارت و ارزیابی مستمر از جمله عوامل کاهش تلفات خواهند بود.

۱۴-۲۵ - انتخاب مناسب کنتورهای برق

انتخاب مناسب لوازم اندازه‌گیری خصوصاً کنتورهای برق بر اساس استانداردهای موجود و توجه به کیفیت و میزان دقت آنها، کالیبراسیون به موقع دستگاه‌های اندازه‌گیری توسط مراجع ذیصلاح، نصب مناسب آنها در محل‌های لازم و توسعه استفاده از این دستگاهها برای محاسبه میزان تبادل انرژی، دقت در قرائت و محاسبه داده‌های مربوطه از جمله راهکارهای کاهش تلفات می‌باشند.

۱۵- راهکارهای راهبردی و استراتژیک

راه کارهایی که تاکنون برای کاهش تلفات به اجرا رسیده عمدتاً شامل فعالیت‌های مربوط به تجهیزات و لوازم بکار رفته در شبکه‌های برق همچون خطوط هوایی، زمینی و سیستم‌های انتقال و توزیع نیروی برق و همچنین فعالیت‌های مربوط به لوازم اندازه‌گیری و جلوگیری از استفاده‌های غیرمجاز از برق بوده که عمدتاً در بخش‌های زیر خلاصه می‌شود.

الف) برنامه‌ریزی، ساماندهی و رهبری

ب) طراحی و مهندسی پروژه‌ها و طرح‌های احداث، بهینه‌سازی و اصلاح شبکه‌های برق

ج) احداث و عملیات اجرایی خطوط، بازسازی و اصلاح شبکه‌های برق

د) بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری از شبکه‌های برق

چنانچه ملاحظه می‌شود انجام فعالیت و یا اقدامات مربوط به هر یک از بخش‌های مزبور هر چند می‌تواند مفید و سودمند واقع گردد، ولی چنانچه بدون توجه به بخش‌های دیگر، اینگونه فعالیت‌ها ادامه یابد، نتیجه‌ای چندان مطلوب در جهت تحقق واقعی کاهش تلفات در شبکه‌های برق صورت نخواهد گرفت.

بعنوان مثال چنانچه توجه ودقت صرفاً به امر طراحی و مهندسی طرح‌ها و پروژه‌های احداث خطوط معطوف گردد، ولی در هنگام اجراء، ضوابط و دستورالعمل‌های فنی رعایت نشود و یا نظارت مناسبی صورت نگیرد و یا مشخصات فنی تجهیزات بر اساس استانداردهای معتبر انتخاب نشوند و یا گواهی‌های مربوط به کیفیت اینگونه تجهیزات مورد بازرسی قرار نگیرد، نتیجه مفیدی از اقدامات انجام شده حاصل نخواهد شد.

از طرف دیگر اجرای صحیح و مناسب طرح‌ها و پروژه‌های شبکه‌های برق بر اساس ضوابط فنی و استانداردها اگر بدون توجه به بهره‌برداری صحیح انجام گیرد، باز هم شاهد افزایش تلفات در شبکه‌های برق خواهیم بود.

با توجه به مطالب فوق و بررسی راهکارهایی که تاکنون انجام شده، می‌توان چنین نتیجه گرفت که می‌بایستی به راهبردهای زیر برای کاهش تلفات بعنوان راهکارهای اصلی توجه نمود.

۱۵-۱- اولویت‌بندی اقدامات برای کاهش تلفات

بر اساس مطالعات انجام شده، اولویت اقدامات اجرایی برای کاهش تلفات بشرح زیر می‌باشد:

۱۵-۱-۱- برقراری تعادل بار بین فیدرهای مختلف یک پست برق با استفاده از انواع آرایش شبکه‌ها و کوتاه کردن شبکه‌های طولانی.

۱۵-۱-۲- برقراری تعادل بار بین فازهای یک شبکه برق سه فاز هنگام ارائه انشعاب برق به مشترکین از طریق متعادل نمودن بار انشعابات الکتریکی مشترکین بین سه فاز شبکه‌های برق.

۱۵-۱-۳- خازن‌گذاری در شبکه‌های فشار ضعیف توزیع نیروی برق برای جبران بار راکتیو شبکه. بایستی توجه نمود که جبران بار راکتیو شبکه ناشی از عملکرد الکتروموتورهای جریان متناوب بهتر است از طریق نصب خازن‌ها همراه با الکتروموتورها و متناسب با ظرفیت آنها صورت پذیرد، تا از بروز صدمات احتمالی به تجهیزات برقی پرهیز گردد.

۱۵-۱-۴- جابجایی ترانسفورماتورهای هوایی شبکه‌های توزیع به مرکز ثقل بار.

۱۵-۱-۵- اصلاح هادی‌های خطوط انتقال نیروی برق و همچنین سیم‌نول بر اساس استانداردها و مطابق با شرایط اقلیمی و میزان بار شبکه از طریق تعویض آنها.

۱۵-۱-۶- برقراری سیستم زمین مناسب، طبق استاندارد و بر اساس شرایط زمین منطقه و کاهش میزان مقاومت زمین مربوطه برای تجهیزات و همچنین خطوط انتقال بر اساس استانداردهای معتبر.

اولویت‌بندی فوق بر اساس مطالعات اقتصادی و مدت بازگشت سرمایه بوده و لازم به یادآوری است که هر یک از اقدامات فوق می‌بایستی طی یک برنامه میان مدت و با توجه به فراهم نمودن زمینه‌ها و بسترهای لازم و همچنین آزمون اثربخشی فعالیت‌ها صورت پذیرد.

۱۵-۲- ضوابط و معیارهای فنی

برای طراحی شبکه‌های برق با حداقل تلفات ممکن لازم است ضوابط و معیارهای فنی کاهش تلفات در شبکه‌های برق تدوین و به مرحله اجرا درآیند.

این ضوابط می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

الف) مبانی و معیارهای لازم جهت طراحی یا انتخاب شامل حداقل نیازها و خواسته‌ها، ملاحظات فنی اقتصادی، مقررات، محاسبات مربوطه و ...

ب) حداقل اطلاعات مورد نیاز جهت انتخاب و دسته‌بندی تجهیزات و سیستم‌ها.

ج) حداقل خروجی حاصل از عملیات طراحی یا انتخاب مانند طرح تفصیلی، جداول کاربردی، نقشه‌ها، فرمول‌ها، نمودارها، منحنی‌ها، شاخص‌ها و نحوه ارزیابی‌های مربوطه.

د) نمودار مراحل قدم به قدم طراحی یا انتخاب

ه) مثال کاربردی برای طراحی یا انتخاب

طرح جامع شبکه‌های توزیع نیروی برق، طرح برنامه‌ریزی برای توسعه شبکه‌های برق، طراحی و انجام محاسبات مهندسی شبکه‌های برق با استفاده از ضوابط و معیارهای فنی فوق می‌تواند گام مؤثری در جهت کاهش تلفات باشد.

۱۵-۳- مشخصات فنی تجهیزات

در مراحل انجام طراحی شبکه‌های برق لازم است تجهیزات مربوط به شبکه با توجه به شرایط منطقه و سایر عوامل طراحی بطور مناسب و با مشخصات مطلوب انتخاب شوند. این مشخصات فنی (ویژگی‌ها) می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- الف) ویژگی (مشخصات فنی) سیستم، تجهیزات یا تأسیسات و اجزاء آن مانند وضع ظاهر، اندازه‌ها، رنگ و
- ب) شرایط و نکات لازم که می‌بایستی در مراحل مختلف ساخت، بسته‌بندی، انبارداری، بارگیری، حمل و نقل، راه اندازی، نصب و راه‌اندازی رعایت نمود.
- ج) تعیین نحوه حصول اطمینان از ویژگی‌ها با رعایت استانداردها (آزمون‌ها).
- د) جداول یا فهرست اطلاعات داده شده توسط خریدار و نحوه تنظیم و تکمیل آن.
- ه) جداول یا فهرست اطلاعات خواسته شده از تأمین‌کننده یا سازنده و نحوه ارزیابی آن (قواعد ارزیابی فنی و مالی).

۱۵-۴- استانداردها

از آنجائیکه در طراحی شبکه‌های برق و همچنین مشخصات فنی تجهیزات لازم است از استانداردهای معتبر و مطابق با شرایط اقلیمی کشور استفاده شود، لذا لازم است در درجه اول از استانداردهای داخلی و موجود در وزارت نیرو و در مراحل بعدی از استاندارد ملی ایران و استانداردهای بین‌المللی و سایر استانداردهای ملی کشورهای صنعتی و به ترتیب اولویت استفاده شود.

۱۵-۵- آزمون اثربخشی

چگونه یک سیستم مدیریت می‌تواند بر روی موضوعی مانند کاهش تلفات اثربخش باشد؟ آیا معیاری وجود دارد تا بتوان تعیین نمود که اقدامات یک شرکت در خصوص موضوع کاهش تلفات اثربخش بوده است. آزمون اثربخشی مزبور می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱۵-۵-۱- عمل کردن بر اساس آنچه که طبق شاخص‌ها مورد انتظار می‌باشد.

۱۵-۵-۲- انجام تغییرات سریع در نحوه ارائه خدمات، اجرای طرح‌ها و پروژه‌ها و ... از طریق ابداعات در همه بخش‌ها.

۱۵-۵-۳- ساده‌سازی کارها و به عبارت دیگر کاهش هزینه‌ها و کاهش زمان انجام کار از طریق انتخاب مناسبترین گزینه.

۱۵-۵-۴- بهبود روند انجام فعالیت‌های کاری، ایجاد ارتباط بین بهترین واحدها و مسئولین کارها.

۱۵-۵-۵- انجام آزمون منظم کارها شامل:

- آزمون نوعی

- آزمون نمونه‌ای

- آزمون خاص مانند جاری ساخت، عملکردی، راه‌اندازی و ...

۱۵-۵-۶- تثبیت وضعیت موجود بر اساس شاخص‌های ارائه شده.

۱۵-۵-۷- ایجاد نوآوری و روش‌های جدید در جهت کاهش هزینه‌ها و زمان انجام فعالیت‌ها.

۱۵-۶- مهندسی ارزش تلفات

چگونه یک طراحی شبکه‌های برق می‌تواند در کاهش تلفات مؤثر باشد؟ آیا طرح‌ها و محاسبات مهندسی انجام شده، توسط مهندسین مشاور بخوبی بازنگری شده است. آیا مبانی و معیارهای صحیح توسط طراحان انتخاب و بکار گرفته شده‌اند. آیا طرح‌ها و پیشنهادات اصلاحی دیگری می‌تواند هزینه‌های اجرای طرح و همچنین مدت آنرا کاهش دهد. تمامی این موارد و همچنین بهبود، اصلاح و تکمیل مستندات طراحی می‌تواند در یک فرایند مهندسی ارزش صورت پذیرد. این مهندس ارزش می‌تواند از دیدگاه کاهش تلفات بسیار دقیق و جدی عمل نماید.

۱۵-۷- دستورالعمل‌های اجرایی

به منظور بهره‌برداری صحیح از شبکه‌های برق کشور و نگهداری از آنها بر اساس طول عمر شبکه و تجهیزات آن و همچنین انجام تعمیرات و اصلاحات لازم بر روی شبکه، لازم

است دستورالعمل‌های اجرایی و بهره‌برداری از شبکه‌های برق تهیه و تدوین و بکار گرفته شوند. این دستورالعمل‌ها می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱۵-۷-۱- نحوه و چگونگی استفاده از تجهیزات و تأسیسات ایجاد شده برای شبکه‌های برق

۱۵-۷-۲- روش‌های بهره‌برداری و مسئولیت بهره‌برداری کنندگان.

۱۵-۷-۳- روش‌های بازدیدهای دوره‌ای و نحوه انجام آن.

۱۵-۷-۴- ابزارها و وسایل بهره‌برداری.

۱۵-۷-۵- نحوه نگهداری، سرویس و تعمیرات شبکه‌های برق.

۱۵-۷-۶- نحوه انجام آزمون‌های دوره‌ای تعمیرات، انجام اصلاحات و بهینه‌سازی‌ها.

۱۵-۷-۷- موارد و نکات ایمنی، بهداشت کار و ...

۱۵-۸- اصلاح و بهینه‌سازی شبکه

بمنظور کاهش تلفات در شبکه‌های موجود که بر اساس شرایط زمانی و مکانی خود ایجاد شده و بهره‌برداری می‌شوند، لازم است طی یک برنامه بلندمدت اقدامات اصلاحی بر روی شبکه‌ها انجام گیرد تا به تدریج تمام شبکه‌ها از بابت کاهش تلفات به سطح قابل قبولی برسند. در انجام اصلاح و بهینه‌سازی شبکه‌های برق بمنظور کاهش تلفات لازم است برنامه عملیاتی اجرایی بر اساس میزان نرخ بازگشت سرمایه لازم برای اصلاح و بهینه‌سازی صورت پذیرد. تا بدین ترتیب بیشترین بهره‌وری از این بابت حاصل گردد.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد انجام برخی از اقدامات فنی با توجه به هزینه‌های مربوطه میزان قابل توجهی از تلفات را کاهش می‌دهد. این مطالعات عمدتاً در شبکه‌های فشار ضعیف برق انجام شده است.

۱۵-۹- نوآوری

امروزه تحقیقات بسیاری در زمینه‌های کاهش تلفات در شبکه‌های برق انجام گرفته است. در کشور ما نیز هر چند اقدامات اولیه‌ای از این بابت صورت گرفته است ولی لازم می‌باشد

طی یک برنامه‌ریزی مناسب در زمینه‌های مذکور اقدامات مربوطه انجام گیرد. این نوع تحقیقات معمولاً توسط واحدهای R&D کارخانجات و یا سازمان‌های پژوهشی و با حمایت و پشتیبانی سازمان‌های مسئول صورت می‌گیرد. برخی از این نوع تحقیقات عبارتند از:

۱۵-۹-۱- استفاده از هسته آمورف در ترانس‌های برق.

۱۵-۹-۲- استفاده از ابررسانه‌ها در تجهیزات برق.

۱۵-۹-۳- افزایش میزان خلوص هادیهای خطوط انتقال نیروی برق (سوپرکنداکتورها).

۱۵-۹-۴- استفاده از مقره‌های کمیوزیتی.

۱۵-۹-۵- مدیریت شبکه بصورت اون لاین و اتوماسیون شبکه‌های توزیع و دیسپاچینگ انتقال و فوق توزیع.

علاوه بر موارد فوق لازم است تا از نتایج تحقیقات کاربردی انجام شده در زمینه‌های مختلف که شرح آن در گذشته آمده است، استفاده شود و نتایج مربوطه بصورت مناسب توسعه یافته و مورد کاربرد در شبکه‌های برق قرار گیرد.

۱۵-۹-۶- استفاده از ادوات کنترل سیلان قدرت (FACTS Flexible AC Transmission) در شبکه‌های برق شامل: جبران سازی کنترل شده، جابجا کننده فازها، ایجاد اختلاف فاز بین ولتاژ ورودی و خروجی، جذب توان اکتیو ناشی از عبور از مبدل و خازن توسط ترانس سری به خط.

۱۵-۹-۷- استفاده از جریان مستقیم ولتاژ بالای انتقال نیروی برق برای خطوط طولانی و بیش از ۴۰۰ کیلومتر و ولتاژهای بالا حدود ۱۰۰۰ کیلوولت که در این نوع خطوط هر چند هدف افزایش پایداری و قابلیت اطمینان می باشد ولی میزان تلفات هم به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد.

یادآوری: بعلت فقدان بازار رقابت میان صنایع مختلف، تولیدکنندگان تجهیزات شبکه‌های برق چندان تمایلی برای سرمایه‌گذاری در بخش تحقیقات و نوآوری نداشته و تنها با استقرار

نظام پیشنهادات و انجام تعداد محدودی از پروژه‌های تحقیقاتی، بخش پژوهش خود را اداره می‌نمایند.

۱۵-۱۰- مدیریت و برنامه‌ریزی

براساس روش‌های جاری مدیریت در سازمان‌ها با بروز هر مشکل و یا مسئله‌ای مدیریت سازمان با شناسایی آن و انجام مطالعات موردی و کسب اطلاعات لازم در خصوص مشکل یا مسئله پیش آمده از طریق استفاده از کارشناسان، مدرسین مشاور و متخصصین ذیربط رفع آن را بعنوان یک هدف در دستور کار خود قرار می‌دهد و با استفاده از سبک‌های مختلف مدیریتی نسبت به اجرای آن اقدام می‌نماید.

در اجرای موضوع آنچه که حائز اهمیت می‌باشد سنجش میزان تحقق اهداف در طول برنامه و پیشرفت کارها می‌باشد و چنانچه شاخص‌های برنامه‌ریزی در طول زمان از شاخص‌های مبنا انحراف داشته باشد لازم است نسبت به اصلاح برنامه، روش‌ها و سبک‌های مدیریت اقدام نمود.

عمده مواردیکه در برنامه‌ریزی‌ها معمولاً بدان توجه نمی‌شود عبارتند از:

۱۰-۱-۱۵- عدم توجه به شبیه‌سازی و یا فراهم شدن امکانات لازم برای اجرای برنامه و یا بخش اهداف مانند:

۱۰-۱-۱۵-۱- تأمین منابع مالی انجام برنامه در مقاطع لازم.

۱۰-۱-۱۵-۲- آموزش کارکنان در خصوص آشنایی با نحوه بروز تلفات در شبکه‌های برق، عوامل و علل ایجاد و همچنین نحوه رفع آنها، آموزش کار با لوازم اندازه‌گیری و نحوه محاسبه میزان تلفات، آموزش دستورالعمل‌ها، ضوابط و معیارهای فنی، آئین‌نامه‌ها و استانداردهای مربوطه.

۱۰-۱-۱۵-۳- تهیه و تدارک تجهیزات، لوازم، اسناد و مدارک.

۱۵-۱۰-۲- عدم توجه به مسائل انگیزشی، راه‌کارهای استراتژیک، تکمیل و اصلاح برنامه، با توجه به بازخورهای اخذ شده از کارها.

۱۵-۱۱- کارکرد سیستمی

کارکرد سیستمی و نظام یافته مدیریت یک شرکت یا سازمان و اعتقاد او به برنامه‌ریزی و سازماندهی امور شرکت بطوریکه فعالیت‌های شرکت همدیگر را پوشش داده و اولویت اجرای فعالیت‌ها و کارها بر اساس یک برنامه‌ریزی صحیح مشخص شود و با اخذ بازخور از فعالیت‌ها، فرآیندها، برنامه‌ها، سیاست‌ها و خط مشی‌های شرکت اصلاح و تکمیل گردند.

۱۵-۱۲- بازرسی و کنترل کیفیت

علاوه بر لزوم کارکرد سیستمی در مدیریت کارها، لازم است تا یگانی مستقل از یگان مسئول بهره‌برداری از شبکه‌های برق کشور با انجام ممیزی مستمر از شبکه‌های برق از مرحله طرح تا بهره‌برداری، انجام فعالیت‌ها را بر اساس ضوابط، معیارها و استانداردها مورد ارزیابی قرار داده و نتایج عملکردها را نگهداری کرده و میزان انحراف از معیار را مشخص و پیشنهادهای لازم را ارائه نماید. با برقراری نظام ممیزی و صدور گواهی تأیید حد مجاز تلفات برای شبکه‌های برق، علاوه بر هدفمند نمودن فعالیت‌ها و هدایت کارها در جهت صحیح، از انجام کارهای اضافی و دوباره‌کاری نیز جلوگیری می‌نماید و باعث خواهد شد یگان‌های مسئول شبکه‌های برق کوتاه‌ترین راه و اصلی‌ترین فعالیت‌ها را جهت رسیدن به شاخص‌های تعیین شده گزینش نموده و در جهت تحقق آنها بصورت پویا تلاش نمایند.

استفاده از نوآوری‌ها و تحقیقات جدید هم برای کاهش تلفات در دستور کار مسئولین قرار خواهد گرفت. برقراری این سامانه در صنعت برق باعث خواهد شد تا اثر بخشی اقدامات برای کاهش تلفات مورد توجه مسئولین قرار گرفته و انجام فعالیت‌های مؤثر را دنبال نمایند.

۱۵-۱۳- تحقیقات کاربردی

انجام تحقیقات کاربردی در زمینه‌های مختلف کاهش تلفات و استفاده از فن‌آوری‌های جدید در طراحی و ساخت تجهیزات و همچنین طراحی نوین شبکه‌های انتقال و آرایش خطوط برق چشم‌اندازهای تازه‌ای را بسوی کاهش بیشتر تلفات و سهولت انجام کارها خواهد گشود. خصوصاً آنکه این تحقیقات مبتنی بر استفاده از آخرین فن‌آوری‌های روز دنیا و کشورهای پیشرفته باشد.

کشورهای صنعتی و قدرتمند جهان بنا بر قدرت اقتصادی خود که ناشی از کسب دانش و فن‌آوری بوده است، توانسته‌اند سهم بزرگی از بازار فروش تجهیزات برق را بخود اختصاص داده و با کسب درآمدهای مطلوب و در خور توجه، قدرت اقتصادی خود را افزایش دهند و همچنین با انجام تحقیقات و کسب فن‌آوری‌های جدید کیفیت و بهره‌وری محصولات خود را افزایش داده و رضایت مشتریان خود را جلب نمایند.

استفاده از نظام پیشنهادات کارکنان، اخذ بازخورد از رضایت و خواسته‌های مشتری، تشکیل گروه‌های کاری برای پژوهش و بهبود مستمر و استفاده از مراکز تخصصی تحقیقاتی برای ایجاد نوآوری از جمله دلایل موفقیت شرکت‌ها برای رسیدن به دانش فنی جدید در امر کاهش تلفات تجهیزات برقی بوده است.

۱۵-۱۴- بازار رقابت

ایجاد رقابت صحیح و سالم مابین شرکت‌های برق از طریق برقراری نظام خرید برق از شرکت‌ها و استوار نمودن درآمد شرکتها بر فروش هر چه بیشتر برق و ایجاد انگیزه کسب درآمد بیشتر، می‌تواند از راهکارهای اصلی و عمده برای تحقق اهداف کاهش تلفات در شبکه‌های برق باشد.

با توجه به نقاط قوت و ضعف موجود در این راهکارها و همچنین وجود توانایی و کمبودها در شرکت‌های برق، فرصت‌ها و تهدیدهای موجود برای اجرای راهکارهای ارائه شده

نشان می‌دهد که اجرای برخی از این راهکارها تا فراهم شدن شرایط مناسب در کشور نمی‌تواند از اصلی‌ترین راه‌کارهای (استراتژیک) کاهش تلفات باشد.

۱۵-۱۵- آموزش

یکی از اقدامات لازم و ضروری کاهش تلفات و از جمله راهبردهای زیر بنایی، برقراری دوره‌های آموزشی برای سطوح مختلف کارکنان و کسانیکه به نحوی با احداث و یا بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات شبکه‌های برق خصوصاً شبکه‌های توزیع نیروی برق سروکار دارند، می‌باشد.

آموزش کارکنان شرکتهای برق ضمن ارتقاء سطح آگاهی آنها و کسب دانش مربوطه، میزان مهارت و کارائی آنان را نیز افزایش خواهد داد.

۱۵-۱۶- تهیه و تدارک امکانات و وسائل

از جمله مواردی که لازم است در اجرای طرح کاهش تلفات مدنظر قرار گیرد فراهم نمودن امکانات، وسایل و آماده کردن شرایط لازم برای اجرای برنامه‌های مربوط به کاهش تلفات می‌باشد. مانند تهیه و تدارک لوازم اندازه‌گیری، برداشت اطلاعات لازم از شبکه‌های برق، ایجاد بانک اطلاعات و مستندات اطلاعات.

۱۵-۱۷- خازن‌گذاری موتورهای جریان متناوب

از آنجائیکه موتورهای الکتریکی جریان متناوب در هنگام راه‌اندازی و در مدار بودن ایجاد بار راکتیو می‌نمایند، لذا جهت جبران آن می‌بایستی از خازن‌های مناسب با میزان بار راکتیو مذکور استفاده نمود.

بر اساس استاندارد ۲۴۷۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران که طبق استاندارد IEC252 تدوین شده است با نصب این خازن‌ها همراه با الکتروموتورهای مذکور که عمدتاً در لوازم خانگی به تعداد زیادی وجود دارد (مانند یخچال، کولر و ...) میزان بار اکتیو ناشی

از کارکرد الکتروموتور که با روشن شدن آن ایجاد می‌گردد، کاهش پیدا می‌کند. نصب این نوع خازن‌ها از نصب خازن‌های موازی در شبکه‌های برق مناسب‌تر می‌باشد، چرا که خازن‌های شبکه بدون توجه به ساعات کارکرد الکتروموتورها ممکن است باعث وارد شدن صدمات جدی به تجهیزات برقی مشترکین باشند.

این صدمات می‌تواند شامل ایجاد موج ضربه ناشی از تولید خازن‌ها و اشغال ظرفیت شبکه‌های برق باشد.

۱۶- مدیریت ممیزی و صدور گواهی حد مجاز تلفات

کشور ایران با وجود پهناوری بسیار و اقلیم‌های متفاوت و فرهنگ‌های گوناگون، دارای شبکه‌های برق‌رسانی متفاوت شامل خط انتقال نیروی برق در سطوح فشار قوی ۴۰۰، ۲۳۰، ۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت، بطول ۷۷۵۲۴ کیلومتر و فشار متوسط ۳۳، ۲۰ و ۱۱ کیلوولت و فشار ضعیف ۲۳۰/۴۰۰ ولت جمعاً به طول ۴۸۶۶۵۸ کیلومتر و پست‌های انتقال و توزیع نیروی برق به ظرفیت ۱۸۴۱۹۱ مگاوات می‌باشد که توسط شرکت‌های برق منطقه‌ای مدیریت و اداره می‌شوند. از آنجائیکه هماهنگی و مدیریت کلان شرکت‌ها با شرکت مادر تخصصی توانیر می‌باشد، لذا انجام ممیزی و صدور گواهی حد مجاز تلفات شبکه‌های برق می‌بایستی از سوی شرکت مذکور مورد پذیرش قرار گرفته و بصورت آیین‌نامه و دستورالعمل‌های اجرایی همراه با تخصیص اعتبارهای لازم و در قالب برنامه‌های مصوب به شرکت‌های اقماری ابلاغ و به مرحله اجرا گذاشته شده و بر حسن اجرای آنها نیز نظارت صورت پذیرد. بنابراین اولین قدم جهت استقرار نظام مورد نظر، پذیرش توجیه فنی و اقتصادی موضوع و دومین قدم تهیه و ابلاغ آیین‌نامه و دستورالعمل‌های مربوطه و سومین قدم تخصیص اعتبار و بودجه مربوطه بر اساس برنامه تدوین شده می‌باشد.

با ابلاغ آیین‌نامه و برنامه‌های مصوب کاهش تلفات از سوی شرکت مادر تخصصی و به دنبال آن از سوی شرکت‌های برق منطقه‌ای و با انعقاد قرارداد و یا قراردادهائی برای ممیزی و صدور گواهی حد مجاز تلفات برای شبکه‌های برق با شرکت‌های ذیصلاح نسبت به اجرای برنامه کاهش تلفات اقدام خواهند نمود.

۱۶-۱- سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی

از آنجائیکه کالاهای مورد نیاز مردم متفاوت و گوناگون می‌باشد، لذا ساز و کارهای مختلفی برای اطمینان از کیفیت اینگونه کالاها که توسط مشتریان مورد استفاده واقع می‌شوند، وجود دارد. از آنجائیکه در گذشته تعداد کالاها محدود بوده و همچنین عمدتاً موارد ایمنی

آنها مد نظر بوده است، لذا سازمان‌های کنترل کننده ایمنی کالاها و همچنین استانداردهای مربوطه محدود بوده و به وسعت امروز نبوده است. ولی در دنیای امروز علاوه بر سخت‌افزارهای مختلف و گوناگون، خدمات مختلفی به مردم بعنوان نرم‌افزار ارائه می‌شود و تنوع اینگونه کالاها در اشکال مختلف سخت‌افزاری و نرم‌افزاری باعث شده است که برای هر گروه از آنها سازمان و ارگان خاصی مسئولیت کنترل کیفی و همچنین تهیه و تدوین استانداردهای مربوطه را عهده‌دار باشند.

با وجود مؤسسات استانداردهای بین‌المللی مانند IEC ، ISO ، ITU و مؤسسات استانداردهای ملی کشورها مانند ISIRI ، BS ، DIN ، ANSI ، CSA و استانداردهای کارخانه‌ای (شرکتی) ، انجمن‌ها و اتحادیه‌ها مانند MSS ، SAE ، AWWA ، SSPC ، شرکت‌های مختلفی بعنوان شرکت‌های بازرسی و کنترل کیفی وجود دارند که می‌توانند مشخصات فنی کالا و یا خدمات را با موارد استاندارد مقایسه نموده و گواهی‌های لازم را صادر نمایند.

با وجود تخصصی شدن کارها و وجود ابعاد مختلف در هر فعالیت لازم است اینگونه فعالیت‌ها مانند انجام بازرسی و کنترل کیفی کالا و خدمات در کشور توسعه یافته و شرکت‌های تخصصی به موضوع بازرسی و کنترل کیفی و همچنین ممیزی اقدام نمایند. تجربه ممیزی کارخانجات و صنایع از نظر صرفه‌جویی انرژی، تهیه و ارائه دستورالعمل‌های مربوطه و همچنین انجام آزمون‌های مختلف اطمینان از عملکردهای سیستم و دستگاه‌های مختلف انرژی بر الکتریکی به کمک آزمایشگاه‌های مخصوص و صدور گواهی‌نامه‌های مربوط به مصرف انرژی، تجربه و عملکرد موفق طی سالیان گذشته کشور ما بوده است.

تنوع مختلف کالاها در شبکه‌های برق و وجود انواع و اقسام شبکه‌های برق‌رسانی در کشور با ابعاد و وسعت گوناگون ایجاب می‌نماید که ممیزی اینگونه شبکه‌ها و کنترل کیفیت و عملکرد آن از نظر میزان تلفات انجام پذیرد.

۱۶-۲- مزایای فنی و اقتصادی

با توجه به خسارت‌های ناشی از تلفات که در بخش هزینه‌های تلفات مطرح شده است، چنانچه بخشی از این هزینه‌ها به برقراری سازوکارهای مربوط به ممیزی و صدور گواهی‌های مربوط به تلفات اختصاص یابد، علاوه بر کاهش میزان تلفات، باعث پایداری، قابلیت اطمینان شبکه، افزایش طول عمر شبکه، کاهش حوادث و اتفاقات شبکه و کاهش انرژی‌های توزیع نشده شبکه‌های برق نیز خواهد شد.

۱۶-۳- روش‌های و فنون اجرایی

این روش‌ها و فنون شامل دو اقدام عمده و اساسی بشرح زیر می‌باشد:

۱۶-۳-۱) تهیه و تدوین آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و ...

برای استقرار سازوکارهای ممیزی لازم است اقدامات اولیه‌ای مانند تهیه و تدوین آیین‌نامه، دستورالعمل‌ها، روش‌ها، رویه‌ها و فرم‌های مربوطه صورت گرفته و از طریق مراجع ذیربط به واحدها و یگان‌های مسئول ابلاغ شود.

برگزاری دوره‌های توجیهی، تهیه لوازم و ابزار کار و کالیبراسیون آنها، فراهم نمودن بستر لازم برای برنامه‌ریزی و اجرای کارها و همچنین تعیین شاخص‌های مربوط به پیشرفت کارها و مسیر بحرانی آنها، هماهنگی و پی‌گیری و همچنین نحوه رهبری و هدایت فعالیت‌ها از جمله مواردی است که می‌بایستی نسبت به انجام آنها اقدام نمود.

۱۶-۳-۲) عملیات اجرایی

با ابلاغ آیین‌نامه، دستورالعمل‌ها و ... و حاکمیت سازوکارهای مربوط به ممیزی و صدور گواهی حد مجاز تلفات برای شبکه‌های برق، می‌توان عملیات اجرایی لازم بر شبکه موجود برق را اعمال کرده و با انجام اقدامات اصلاحی آن میزان تلفات را به میزان قابل توجهی

کاهش داد. عملیات اجرایی همچنین می‌تواند بر شبکه‌های در حال احداث و یا شبکه‌های برقی که در آینده احداث خواهند شد، استقرار یابد.

۱۶-۴- شبکه‌های موجود

جهت ممیزی شبکه‌های موجود لازم است فعالیت‌هایی به شرح زیر به ترتیب اولویت در خصوص هر شبکه و با توجه به شرایط حاکم بر آن انجام پذیرد و این ممیزی می‌تواند بصورت سالیانه و بر اساس آیین‌نامه مربوطه استقرار یابد.

۱۶-۴-۱- ثبت اطلاعات شبکه شامل مشخصات فنی و اجرایی آن، مشخصات اقلیمی، نحوه بهره‌برداری و ...

۱۶-۴-۲- تجزیه و تحلیل اطلاعات و انطباق آن با شرایط استاندارد و تعیین مغایرت‌ها از نظر تلفات.

۱۶-۴-۳- طراحی شبکه معادل و تعیین میزان حد مجاز تلفات برای شبکه.

۱۶-۴-۴- انجام اندازه‌گیری‌های مربوط به میزان تلفات شبکه بر اساس دستورالعمل‌های مربوطه.

۱۶-۴-۵- تعیین میزان مغایرت با مقادیر مجاز و انجام تجزیه و تحلیل مغایرت و تعیین علل و عوامل آن.

۱۶-۴-۶- ارائه پیشنهاد و راه‌کارهای اجرایی جهت دستیابی به میزان حد مجاز تلفات.

۱۶-۵- شبکه‌های در حال احداث (طرح و توسعه)

جهت ممیزی شبکه‌های در حال احداث (طرح و توسعه) لازم است فعالیت‌های مشروحه

زیر به ترتیب اولویت در خصوص هر شبکه و با توجه به شرایط حاکم بر آن انجام پذیرد.

۱۶-۵-۱- انجام مهندسی ارزش برای طرح از دیدگاه انرژی و ارائه پیشنهادات تکمیلی و اصلاحی برای آن.

۱۶-۵-۲- بررسی طرح، تعیین و ارائه میزان حد مجاز تلفات برای شبکه در حال احداث.

۱۶-۵-۳- انجام اندازه‌گیری‌های مربوط به میزان تلفات شبکه بر اساس دستورالعمل‌های مربوطه در هنگام تحویل شبکه مذکور به کارفرما جهت بهره‌برداری.

۱۶-۵-۴- تعیین میزان مغایرت با مقادیر مجاز تلفات و ارائه تجزیه و تحلیل علل و عوامل مربوطه.

۱۶-۵-۵- ارائه پیشنهادها و راهکارهای اجرایی جهت دستیابی به میزان مجاز تلفات.

- با توجه به سیاست‌های دولت در برنامه‌های توسعه اقتصادی کشور بشرح زیر:
- ۱ - عدم تصدی‌گری امور توسط بخش دولتی و واگذاری کارها به بخش خصوصی؛
 - ۲ - توجه به مسائل اقتصادی در فعالیت‌ها و اینکه شرکت‌های برق می‌بایستی بعنوان یک بنگاه اقتصادی، منافع اقتصادی ایجاد نمایند؛
 - ۳ - تخصیصی شدن کارها و واگذاری امور به واحدهای تخصصی ذیربط؛
- لازم است فعالیت‌های مربوط به ممیزی و صدور گواهی میزان مجاز تلفات در شبکه‌های برق، توسط شرکت‌های مختلف خصوصی مانند ASPAC انجام و مجموعه فعالیت‌های مذکور توسط یک سازمان مسئول انرژی در کشور مدیریت، راهبری و نظارت شود.

۱۷- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

تأمین انرژی گران‌بهای برق از سوی وزارت نیرو برای حدود ۷۰ میلیون نفر جمعیت کشور با وسعتی حدود ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع و محدود بودن منابع مالی و طولانی بودن زمان اجرای طرح‌ها و پروژه‌های تولید و انتقال نیروی برق کشور ایجاب می‌نماید با توجه به نقاط قوت و ضعف و فرصت‌ها و تهدیدهای موجود برای صنعت برق کشور، از سوی مسئولین و دست‌اندرکاران این صنعت راهکار راهبردی مناسبی اخذ و به مرحله اجرا گذاشته شود.

۱۷-۱- تهدیدها

- ۱۷-۱-۱- رقابتی نبودن بازار برق کشور.
- ۱۷-۱-۲- دولتی بودن مصرف‌کنندگان عمده برق.
- ۱۷-۱-۳- وجود فرهنگ نامناسب مصرف‌گرایی از گذشته.
- ۱۷-۱-۴- وجود فرهنگ اتکا به دولت در بین عموم مردم در تأمین مایحتاج آنها خصوصاً بالا بودن توقع از دولت در تأمین برق مردم.
- ۱۷-۱-۵- پایین بودن قیمت برق در کشور.
- ۱۷-۱-۶- عدم پشتوانه قانونی در مدیریت مصرف برق.
- ۱۷-۱-۷- نبود ظرفیت‌های لازم در بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری و مدیریت انرژی الکتریکی.
- ۱۷-۱-۸- بالا بودن هزینه اولیه و سرمایه‌گذاری در صنعت برق.
- ۱۷-۱-۹- بومی نبودن فن‌آوری تجهیزات و تأسیسات صنعت برق.
- ۱۷-۱-۱۰- حاکم بودن تفکر مدیریت دولتی در مجموعه صنعت برق.
- ۱۷-۱-۱۱- بالا بودن نرخ تورم در کشور.
- ۱۷-۱-۱۲- بالا بودن ضریب رشد مصرف برق و شدت آن در کشور.

۱۷-۱-۱۳- فقدان نظام کنترل کیفیت انرژی الکتریکی.

۱۷-۱-۱۴- بالا بودن کثرت تقاضای برق و نبود انرژی‌های پاک و جایگزین آن.

۱۷-۲- فرصت‌ها

۱۷-۲-۱- وجود ظرفیت بالقوه نیروی انسانی متخصص برای صنعت برق.

۱۷-۲-۲- وجود کثرت بازار خارجی برای سرمایه‌گذاری در صنعت برق.

۱۷-۲-۳- وجود کارشناسان متخصص داخلی برای مدیریت تأسیسات صنعت برق.

۱۷-۲-۴- وجود منابع اطلاعات فنی صنعت برق و سهولت دسترسی به آنها.

۱۷-۲-۵- وجود ظرفیت بالقوه مهندسی و نرم‌افزاری صنعت برق در کشور.

۱۷-۲-۶- وجود تشکیلات دولتی مناسب در کشور.

۱۷-۲-۷- مناسب بودن قیمت سایر حامل‌های انرژی و جایگزین برق.

۱۷-۲-۸- وجود گرایش‌های نهفته دینی در کشور برای رعایت صرفه‌جویی‌ها و پرهیز از

مصرف‌گرایی و اسراف.

۱۷-۲-۹- امکان استفاده از تجارب کشورهای مختلف.

۱۷-۲-۱۰- وجود مراکز آموزشی متعدد برای پرورش نیروی انسانی.

۱۷-۲-۱۱- وجود ظرفیت بالقوه منابع مالی در بخش خصوصی.

۱۷-۲-۱۲- وجود بازار رقابت جهانی در زمینه صنعت برق.

۱۷-۲-۱۳- امکان استفاده از قوانین جاری کشور.

۱۷-۳- نقاط قوت

۱۷-۳-۱- وجود تجارب طولانی در میان کارشناسان و مدیران صنعت برق.

۱۷-۳-۲- وجود سازمانی مناسب و با قدمت طولانی در صنعت برق.

۱۷-۳-۳- وجود شهرت و اعتبار داخلی و جهانی در زمینه صنعت برق.

- ۱۷-۳-۴- حضور فعال صنعت برق کشور در عرصه‌های اقتصادی و علمی جهان.
- ۱۷-۳-۵- وجود ارتباط با سازمان‌ها و مراکز فنی مرتبط با صنعت برق در داخل و خارج از کشور.
- ۱۷-۳-۶- وجود تجارب مدیریت کلان در صنعت برق.
- ۱۷-۳-۷- وجود بانک اطلاعات فنی، مهندسی و ... در تمامی زیر شاخه‌های صنعت برق.
- ۱۷-۳-۸- وجود زمینه‌های قانونی برای صرفه‌جویی مصرف برق.

۱۷-۴- نقاط ضعف

- ۱۷-۴-۱- عدم هماهنگی بین یگان‌ها، واحدها و بخش‌های مختلف صنعت برق (درون سازمانی).
- ۱۷-۴-۲- عدم تأمین سرمایه‌گذاری توسعه صنعت برق از منابع داخلی صنعت برق.
- ۱۷-۴-۳- فقدان برنامه‌ریزی و استراتژی مشخص و پایدار در صنعت برق.
- ۱۷-۴-۴- عدم انطباق برنامه‌ها با فعالیت‌های جاری.
- ۱۷-۴-۵- فقدان سازمان و تشکیلات نظارتی بر عملکردها.
- ۱۷-۴-۶- عدم وجود نظام‌ها و سیستم‌های نظارتی بر اجرای طرح‌ها و پروژه‌های صنعت برق.
- ۱۷-۴-۷- فقدان دانش فنی تخصصی بالا در زمینه‌های صنعت برق.
- ۱۷-۴-۸- فقدان قوانین مصوب و بازدارنده در زمینه‌های مصرف برق.
- ۱۷-۴-۹- فقدان هماهنگی و همسویی بین سازمان‌های داخلی کشور بایگان‌ها، واحدها و بخش‌های مسئول در صنعت برق.

۱۷-۵- راه‌کار استراتژیک

در اجرای هر یک از راهکارهای راهبردی (استراتژیک) که شرح آن قبلاً آمده است، موانع، مشکلات و یا تسهیلاتی وجود دارد و همچنین هر یک از راهکارهای مذکور محاسن و معایبی را در بردارد و برای تعیین مناسب‌ترین راهکار با توجه به موارد فوق می‌بایستی از فرصت‌ها و نقاط قوت موجود سازمان سود جست و راهکاری را مد نظر قرار داد که بیشترین نقاط قوت و فرصت برای اجرای آن وجود داشته باشد و از برخورد با تهدیدها و نقاط ضعف موجود حتی‌الامکان پرهیز شود.

لذا با بررسی این جوانب بهینه‌سازی تلفات (مصرف انرژی) تجهیزات و خطوط انتقال نیروی برق می‌تواند راهکار استراتژیک در این خصوص تلقی گردد.

بهینه‌سازی تلفات (مصرف انرژی) تجهیزات و خطوط انتقال

الف- تدوین معیارهای حد مجاز تلفات در تجهیزات و خطوط انتقال نیروی برق

ب - ممیزی حد مجاز تلفات در تجهیزات و خطوط انتقال نیروی برق

ج - اعطای گواهی (برچسب) حد مجاز تلفات برای تجهیزات و خطوط انتقال نیروی برق

۱۸- منابع و مراجع

- این گزارش با اسناد و استفاده از منابع و مراجع زیر تهیه و تدوین شده است.
- ۱- علیرضا فرازمنند، علی فیاض، حسین محمدیان - محاسبه تلفات انرژی توزیع و روش‌های کاهش آن - شهریور ۱۳۷۴.
 - ۲- قدرت‌اله حیدری - تلفات انرژی الکتریکی در شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو - تحقیقات برق - شهریور ۱۳۷۶.
 - ۳- امیر شریف یزدی - بررسی و رده‌بندی عوامل عمده تلفات در شبکه‌های هوایی ۴۰۰ ولت و روش‌های کاهش آنها - برق یزد - مهرماه ۱۳۷۷.
 - ۴- قدرت‌اله حیدری - بررسی تلفات الکتریکی در شبکه برق رسانی تهران - دفتر تحقیقات برق - اردیبهشت ۱۳۷۸.
 - ۵- حسین ایوب زاده، غلامرضا شریعتی - گزارش پروژه تلفات در ترانسفورماتورهای قدرت - سال ۱۳۷۹.
 - ۶- علیرضا خیاطیان، ابراهیم فرجاه - شناخت درصد تلفات و بررسی درس‌های کاهش آن در شبکه توزیع فارس و بوشهر - شرکت برق منطقه‌ای فارس - بهمن ۱۳۷۹.
 - ۷- امیر شریف یزدی - طرح ملی خازن‌گذاری - شرکت برق منطقه‌ای یزد - فروردین ۱۳۸۲.
 - ۸- دفترمدیریت مصرف برق سازمان توانیر - شناخت تلفات در شبکه‌های برق و مؤلفه‌های آن در بخش‌های مختلف تولید، انتقال و توزیع - تیرماه ۱۳۸۲.
 - ۹- دفتر مدیریت مصرف برق سازمان توانیر - افت انرژی در بخش‌های توزیع، انتقال و تولید - شهریور ۱۳۸۲.
 - ۱۰- گروه تحلیل و انتشار و آمار سازمان توانیر - آمار تفصیلی صنعت برق ایران در سال‌های ۷۰ الی ۱۳۸۲.
 - ۱۱- معاونت برنامه‌ریزی دفتر مدیریت مصرف سازمان توانیر - بررسی اجمالی تلفات در سیستم قدرت و راهکارهای کاهش آن - مرداد ۸۳.

۱۲- معاونت توسعه و امور اقتصادی سازمان توانیر - دستور العمل نحوه ارزیابی پروژه‌های تحقیقاتی - خرداد ۸۳.