

راه کارهای ارتقاء سطح بهره برداری از شبکه های توزیع با هدف کاهش تلفات انرژی الکتریکی

سایر اعضای تیم تحقیقاتی پروژه

شرکت توزیع نیروی برق کرمانشاه

دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج

جناب آقای مهندس مادح بهرامی

جناب آقای دکتر صلاح بهرام آرا

ناظر: جناب آقای دکتر دشتی

مدیر واحد مجری: جناب آقای دکتر پرویز رمضان پور

مجری پروژه: جناب آقای مهندس محمدرضا صفری

مدیر پروژه: حمیدرضا آراسته

مطالعات شناختی: سرفصل مطالب

۱

شناسایی و بررسی عوامل ایجاد و افزایش تلفات

۲

اقدامات مؤثر برای کاهش تلفات شبکه توزیع در حوزه بهره‌برداری

۳

مطالعات تطبیقی
(تجربیات دیگر کشورها در کاهش تلفات مرتبط با حوزه بهره‌برداری)

۴

دسته‌بندی و اولویت‌بندی راه‌کارهای کاهش تلفات

۳

۲۴

اقدامات حوزه
برنامه ریزی
عملیاتی

اقدامات حوزه
پایش

حوزه بهره برداری

اقدامات حوزه
مدیریت

اقدامات حوزه
کنترل و
تنظیم

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه‌کارهای کاهش
تلفات

زیاد بودن طول خطوط
فشار متوسط و فشار ضعیف

سایز نامناسب هادی‌های
خطوط توزیع

تلفات ناشی از نامتعادلی فازها

تلفات ناشی از هارمونیک‌ها

بارگذاری نامناسب ترانس‌ها

تلفات اضافی ناشی از
اتصال کوتاه‌های متوالی بر روی
فیدرهای ثانویه
ترانسفورماتورهای توزیع

تلفات ناشی از ضریب توان
نامناسب

تلفات ناشی از سیستم زمین
نامناسب

تلفات ناشی از فرسودگی
شبکه و عدم توجه به اصلاح و
بازسازی آن

تأثیر عوامل محیطی (مانند دما
و رطوبت) بر افزایش تلفات

مناسب نبودن استفاده از منابع
تولید پراکنده در شبکه‌های
توزیع

نداشتن طرح جامع برای
توسعه و بهبود شبکه

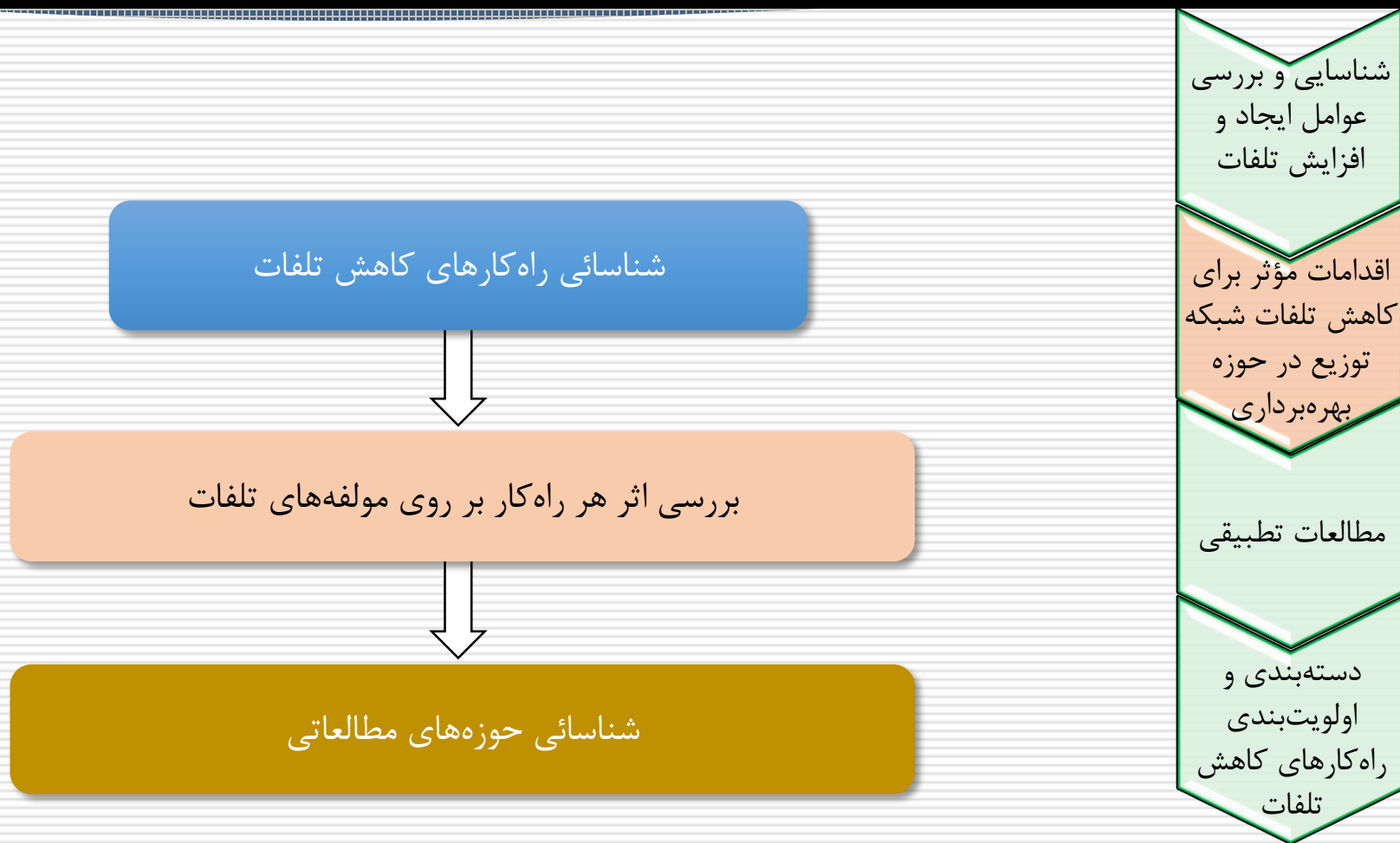
مناسب نبودن ساختار شبکه با
توجه به مانورهای ممکن و
محدودیت‌های مرتبط

دقیق نبودن پیش‌بینی عوامل
مؤثر بر توسعه یا اصلاح و
بهینه‌سازی شبکه از قبیل
چگالی بار

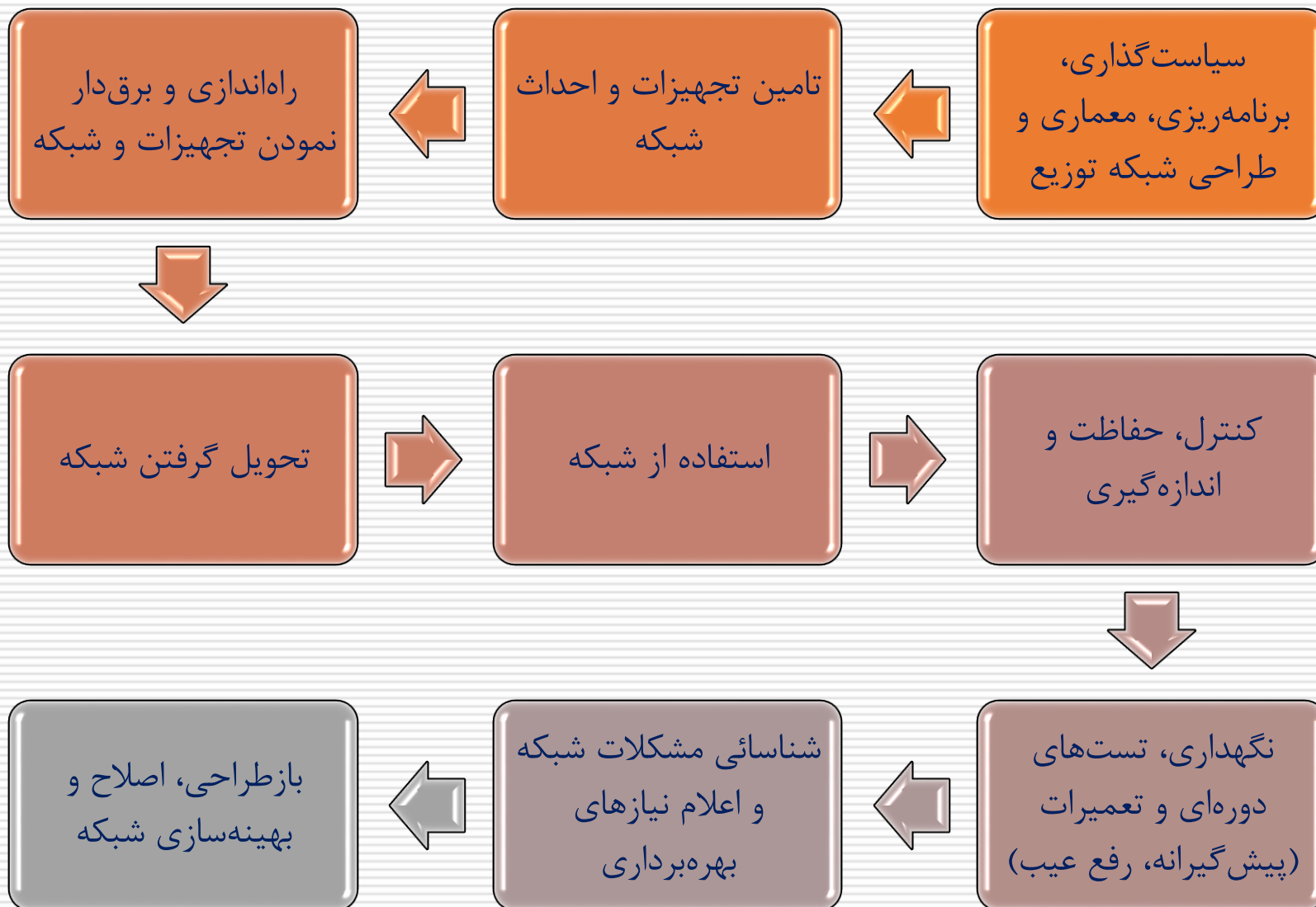
نشتی جریان از طریق مقره‌ها
و شاخه درختان

تلفات لوازم و تجهیزات
نامرغوب

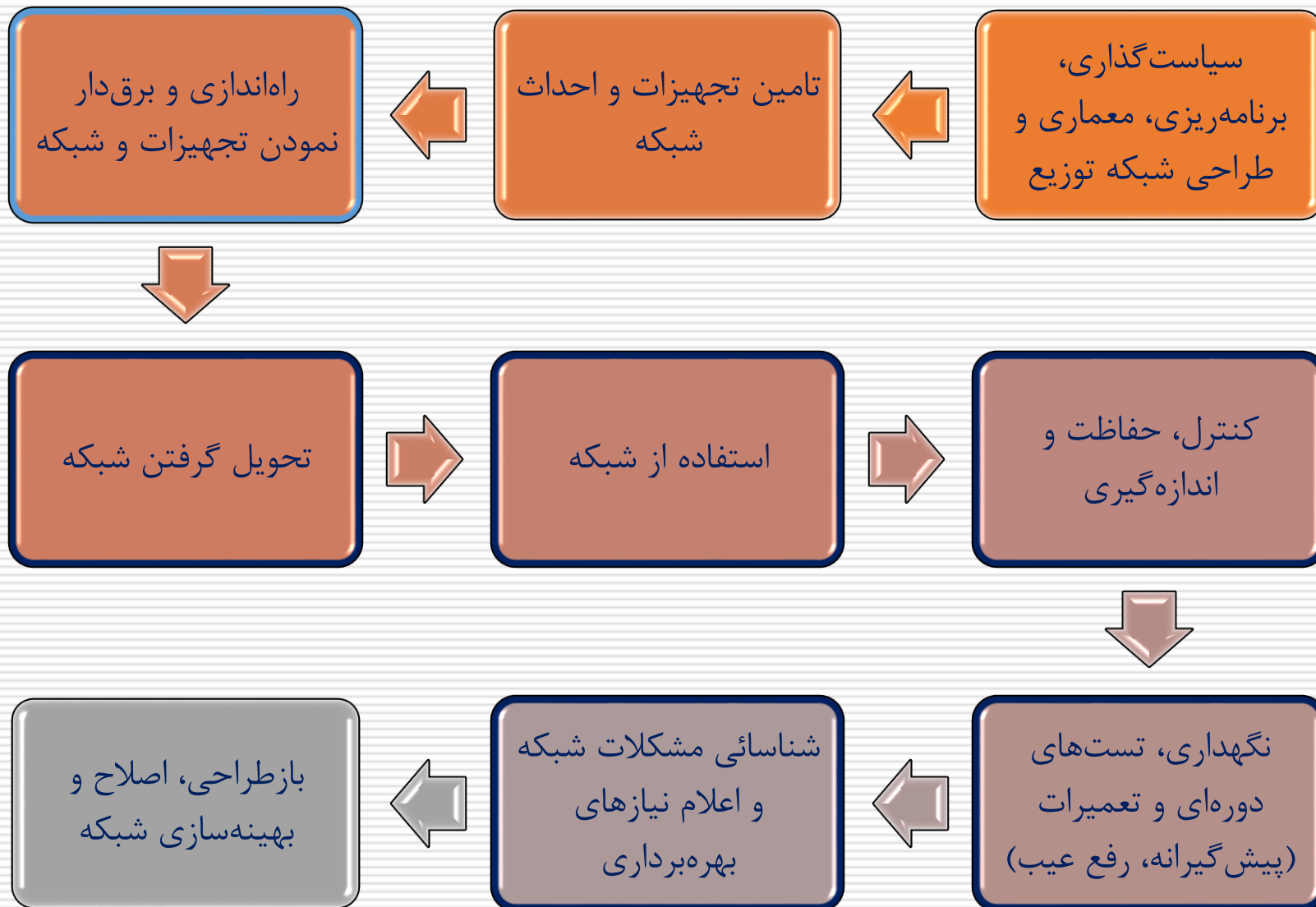
افزایش تلفات ناشی از اضافه
بار تجهیزات



حوزه‌های مطالعاتی شبکه توزیع



حوزه مطالعاتی بهره‌برداری از شبکه توزیع



شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه کارهای کاهش
تلفات

افزایش سطح ولتاژ

مدیریت توان راکتیو

اصلاح ظرفیت خطوط

تعدیل بار بین خطوط و
پست‌ها

استفاده از ترانسفورماتورهای
پربازده

بارگذاری بهینه
ترانسفورماتورها

تعویض ترانسفورماتورها

بازآرایی شبکه

توسعه شبکه‌های توزیع فعال

تعمیر و نگهداری تجهیزات و
تست‌های دوره‌ای منظم

جابه‌جایی ترانسفورماتورهای
هوایی و انتقال آن‌ها به مرکز
ثقل بار در صورت امکان

مدیریت ولتاژ

مدیریت بار

متعادل‌سازی فازها

مدیریت هارمونیک‌ها

رفع اشکال اتصال هادی‌ها

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه کارهای کاهش
تلفات

استفاده از تجهیزات مناسب
با توجه به شرایط محیطی

استفاده از سیستم زمین
مناسب

انتخاب صحیح هادی نول

کاهش نشت جریان در
تجهیزات شبکه

شاخه‌زنی درختان در تماس
با خطوط

رقابتی کردن بخش توزیع،
ایجاد بازار خرده‌فروشی و
تبیین ساز و کارهای مرتبط
با کاهش تلفات

سرویس منظم و شست و
شوی شبکه‌های آلوده و رفع
فرسودگی‌ها شبکه

اصلاح طول و سطح مقطع
کابل سرویس مشترکین

سه‌فاز نمودن خطوط دوفازه
و تک فازه

استفاده از تجهیزات
استاندارد

استفاده از فناوری‌های جدید
از جمله در روشنایی معابر
(سیستم چاپر)

پیش‌بینی بار

اعلام مشکلات و موضوعات
مبتلا به حوزه بهره‌برداری در
حوزه‌های طراحی، توسعه و
بهینه‌سازی شبکه توزیع

ارتقاء ظرفیت کارفرمایی در
حوزه کاهش تلفات

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

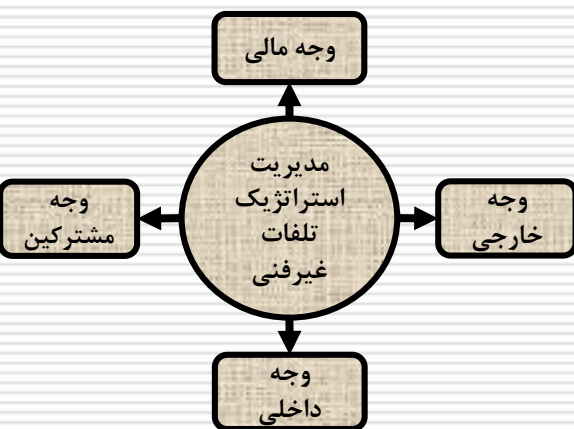
مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه کارهای کاهش
تلفات

شناسایی و بررسی اجزای مختلف تلفات غیرفنی در شبکه توزیع

شناسایی اقدامات مؤثر در کاهش تلفات غیرفنی و تشخیص حوزه مطالعاتی آنها

تدقیق اقدامات مؤثر کاهش تلفات غیرفنی در حوزه بهره‌برداری



شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه‌کارهای کاهش
تلفات

ترکیه

پاکستان

ایران

اوگاندا

برزیل

عمان

آسیای جنوبی (شامل پاکستان،
بنگلادش و هند)

آسیای شرقی (شامل چین، ویتنام و
فیلیپین)

آمریکای لاتین (از قبیل شیلی،
آرژانتین، بولیوی، پرو و کلمبیا)



شناسایی و بررسی عوامل ایجاد و افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای کاهش تلفات شبکه توزیع در حوزه بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و اولویت‌بندی راه‌کارهای کاهش تلفات

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه‌کارهای کاهش
تلفات

بیش‌تر تمرکز به محاسبه عوامل ایجادکننده تلفات (شامل تلفات فنی و غیرفنی) بوده و کم‌تر عوامل افزایش دهنده تلفات و اثر هرکدام بر روی تلفات بررسی شده است. به عنوان مثال اثر هارمونیک، عوامل محیطی، بارگذاری نامناسب و یا بقیه موارد به طور دقیق مورد بررسی یا مدل‌سازی قرار نگرفته است.

در اکثر مطالعات ذکر شده که داشتن سیستم اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات از بخش‌های مختلف شبکه مانند مشترکین، شبکه فشارضعیف، شبکه فشارمتوسط و ترانس‌ها می‌تواند نقش بسزایی در محاسبه تلفات شبکه و تعیین دستورالعمل‌های مربوط به کاهش تلفات داشته باشد.

راه‌کارهای مختلف کاهش تلفات باید به طور کامل از لحاظ فنی و اقتصادی مورد ارزیابی قرار گیرند تا بتوان اثرگذاری آن‌ها را مشخص کرد.

نتایج مطالعات در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که حتی برای شرکت‌های توزیع موجود در یک کشور نیز راهکارهای مختلفی برای شناسایی میزان تلفات و کاهش آن ارائه شده است. این موضوع نشان‌دهنده آن است که تا چه اندازه موضوع تلفات به منطقه مورد مطالعه، توپولوژی شبکه و شرایط اقتصادی وابسته است.

در کشورهای در حال توسعه، بیش‌تر تمرکز برای کاهش تلفات بر روی روش‌هایی مانند متعادل‌سازی فازها، جبران‌سازی توان راکتیو، استفاده از ترانسفورماتورهای کارآمدتر، طراحی بهتر شبکه‌های فشار متوسط و فشار ضعیف و استفاده از سیستم‌های توزیع با ولتاژ بالاتر معطوف شده است؛ در حالی‌که در کشورهای توسعه یافته رفتن به سمت شبکه‌های توزیع فعال، ایجاد بازار برق خرده‌فروشی، بازآرایی به صورت ساعتی و حتی کم‌تر در شبکه و روش‌های مدیریت بار در کنار روش‌های دیگر نیز انجام شده است.

خصوصی‌سازی شبکه توزیع و طراحی برنامه‌های تشویقی از سوی دولت به منظور تشویق این شرکت‌ها به منظور کاهش تلفات، به خصوص در کشورهای در حال توسعه، به عنوان عامل مهمی برای کاهش تلفات ذکر شده است.

در کشورهای در حال توسعه، بیش‌تر مشکلات ناشی از طراحی‌های نامناسب شبکه، مکان نامناسب ترانس‌ها و بارگذاری نامناسب آن‌ها و طولانی بودن خطوط بوده است و به طور کلی بیش‌تر مشکلات طراحی شبکه مدنظر بوده است.

بسیاری از شرکت‌های توزیع در کشورهای توسعه یافته از نرم‌افزارهای مناسبی برای محاسبه تلفات و سهم بخش‌های مختلف شبکه در آن استفاده کرده‌اند.

شناسایی و بررسی عوامل ایجاد و افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای کاهش تلفات شبکه توزیع در حوزه بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و اولویت‌بندی راهکارهای کاهش تلفات

کشورهای در حال توسعه

کشورهای توسعه یافته

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راهکارهای کاهش
تلفات

بازار برق که به عنوان فضایی مناسب برای خرید و فروش برق می‌تواند منجر به تشویق تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و همچنین فروش/خرید با بیشترین سود/کمترین هزینه شود، می‌تواند بر روی کاهش تلفات غیرفنی مؤثر باشد.

خصوصی‌سازی شرکت‌های توزیع می‌تواند انگیزه آن‌ها برای کاهش تلفات غیرفنی را تا حد بسیار زیادی افزایش دهد.

سیاست قانون‌گذاری و همچنین نظارت بسیار زیاد با کمک نهادهای دولتی و محلی می‌تواند راهکارهای بسیار مهمی توسط شرکت‌های توزیع برق برای مواجهه با درصد بسیار بالای تلفات غیرفنی در این بخش باشد.

روش‌های کاهش تلفات و توجیه‌پذیری اجرای آن

گزینه‌های کاهش
تلفات

بستر لازم و توجیه‌پذیری
اقتصادی

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راهکارهای کاهش
تلفات

(۱) طرح‌های کم‌هزینه که فقط نیاز به مدیریت صحیح و بهره‌برداری مناسب از شبکه دارند؛

(۲) طرح‌هایی با هزینه متوسط که نیاز به تعمیر و نگهداری شبکه دارند؛

(۳) طرح‌هایی با هزینه زیاد که نیاز به نصب تجهیزات در شبکه دارد.

هزینه

(۱) میزان اثربخشی بر روی اکثر شبکه‌های توزیع؛

(۲) میزان اثربخشی با توجه به شرایط اقلیمی؛

(۳) میزان اثربخشی با توجه به شرایط شبکه.

میزان اثربخشی

مشارکت مشترکین

فضای شبکه‌های هوشمند

شناسایی و بررسی عوامل ایجاد و افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای کاهش تلفات شبکه توزیع در حوزه بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و اولویت‌بندی راهکارهای کاهش تلفات

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه کارهای کاهش
تلفات

(۱) اقدامات بسیار کم‌هزینه؛

(۲) اقدامات کم‌هزینه؛

(۳) اقدامات با هزینه متوسط؛

(۳) اقدامات با هزینه بسیار زیاد.

هزینه

(۱) اقدامات بلندمدت؛

(۲) اقدامات میان‌مدت؛

(۳) اقدامات کوتاه‌مدت.

اقدامات با میزان اثربخشی زیاد

زمان لازم برای اثربخشی

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه کارهای کاهش
تلفات

اولویت‌بندی روش‌های کاهش تلفات طرح‌هایی با هزینه زیاد که نیاز به نصب تجهیزات در شبکه دارد

اولویت	اولویت‌بندی طرح‌های کاهش تلفات با هزینه زیاد	اثرگذاری بر روی سایر شاخص‌های فنی شبکه
۱	مدیریت توان راکتیو	-
۲	مدیریت ولتاژ	-
۳	اصلاح طول و سطح مقطع کابل‌های سرویس مشترکین	کیفیت توان
۴	مدیریت هارمونیک‌ها	کیفیت توان
۵	استفاده از تجهیزات استاندارد	قابلیت اطمینان، کیفیت توان

اولویت‌بندی روش‌های کاهش تلفات براساس میزان اثربخشی با توجه به شرایط اقلیمی

اولویت	بهترین گزینه‌های کاهش تلفات از نظر شرایط اقلیمی	اثرگذاری بر روی سایر شاخص‌های فنی شبکه
۱	سرویس منظم و شست و شوی شبکه‌های آلوده و رفع فرسودگی‌های شبکه	قابلیت اطمینان
۲	شاخه‌زنی درختان در تماس با خطوط	قابلیت اطمینان

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه کارهای کاهش
تلفات

اولویت‌بندی روش‌های کاهش تلفات در فضای شبکه‌های هوشمند

اولویت	بهترین گزینه‌های کاهش تلفات در فضای شبکه‌های هوشمند	اثرگذاری بر روی دیگر شاخص‌های فنی شبکه
۱	مدیریت بار	قابلیت اطمینان

اولویت‌بندی اقدامات با هزینه بسیار زیاد برای کاهش تلفات غیرفنی

ردیف	اقدامات کاهش تلفات غیرفنی
۱	پایش شبکه
۲	تست لوازم اندازه‌گیری
۳	قرائت از راه دور

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه کارهای کاهش
تلفات

اولویت‌بندی اقدامات بلندمدت برای کاهش تلفات غیرفنی

ردیف	اقدامات کاهش تلفات غیرفنی
۱	پایش شبکه
۲	تست لوازم اندازه‌گیری
۳	قرائت از راه دور
۴	استفاده از تعداد مامورین بیشتر
۵	داشتن قراردادهای بلندمدت خدمات نرم‌افزاری و داشتن پشتیبان اطلاعات

اولویت‌بندی اقدامات با میزان اثربخشی زیاد بر روی کاهش تلفات غیرفنی

ردیف	اقدامات کاهش تلفات غیرفنی
۱	پایش شبکه
۲	تست لوازم اندازه‌گیری
۳	قرائت از راه دور
۴	تست اندازه‌گیری در مرحله نصب
۵	اصلاح CT بعد از تغییر در قدرت انشعاب
۶	استفاده از تعداد مامورین بیشتر
۷	بازرسی دوره‌ای
۸	گزارش‌گیری از GIS
۹	اصلاح و مرتب‌سازی نواحی قرائت
۱۰	دقت در انبارداری، نصب و بهره‌برداری
۱۰	نظارت بر انبار
۱۱	داشتن قراردادهای بلندمدت خدمات نرم‌افزاری و داشتن پشتیبان اطلاعات

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راهکارهای کاهش
تلفات

✓ در این بخش راهکارهای مربوط به کاهش تلفات که مربوط به حوزه بهره‌برداری هستند در هر دو حوزه تلفات غیرفنی و فنی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

✓ هدف این بخش دسته‌بندی راهکارهای کاهش تلفات براساس دیدگاه‌های مختلف مانند زمان راهکارها (کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت)، هزینه لازم برای اجرای آنها (پرهزینه، هزینه‌متوسط و کم‌هزینه) و میزان اثربخشی آنها با توجه به شرایط مختلف دسته‌بندی شدند.

✓ هدف اصلی این دسته‌بندی دادن یک دید مناسب به بهره‌بردار شبکه است تا بتواند براساس آن راهکارهای کاهش تلفات خود را از دیدگاه‌های مختلف دسته‌بندی کند تا براساس آن و بر حسب میزان بودجه اقدام به کاهش تلفات کند.

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راهکارهای کاهش
تلفات

✓ مهمترین اقدامی که پس از این دسته‌بندی صورت گرفت، اولویت‌بندی اقدامات کاهش تلفات است؛ به‌طوری‌که شرکت توزیع بتواند با صرف هزینه‌های لازم (با توجه به بودجه سالانه و بودجه قابل اختصاص برای طرح‌های کاهش تلفات) به افق مورد نظر خود در کاهش تلفات دست یابد. به همین منظور ابتدا باید زیرساخت لازم شبکه برای اعمال راهکار موردنظر بررسی شود و پس از آن تمامی طرح‌های کاهش تلفات باید تحلیل فنی - اقتصادی شوند تا براساس آن اولویت‌بندی شوند. یعنی ابتدا هزینه لازم برای اجرای طرح کاهش تلفات کامل بررسی خواهد شد و سپس با استفاده از اطلاعات مورد نیاز و نرم‌افزارهای مناسب، تحلیل فنی خواهد شد که راهکار مورد نظر به چه میزان تلفات شبکه را بهبود خواهد داد. این میزان کاهش تلفات با توجه به ارزش تلفات برای شرکت مورد مطالعه تبدیل به میزان ریالی می‌شود و با بودجه لازم برای اجرای طرح مقایسه می‌شود.

شناسایی و بررسی
عوامل ایجاد و
افزایش تلفات

اقدامات مؤثر برای
کاهش تلفات شبکه
توزیع در حوزه
بهره‌برداری

مطالعات تطبیقی

دسته‌بندی و
اولویت‌بندی
راه کارهای کاهش
تلفات

✓ با اعمال روش مطالعات فنی-اقتصادی تمامی طرح‌های کاهش تلفات از دیدگاه‌های مختلف اولویت‌بندی می‌شوند. این اولویت‌بندی با توجه به مطالعات صورت گرفته در کشورهای مختلف و همچنین مقایسه راهکارهای مختلف در این فصل بطور کامل انجام شد.

✓ نتایج نشان داد که راهکارهای بسیار زیادی در هر دو حوزه تلفات فنی و غیرفنی وجود دارد که نیاز به هزینه بسیار کمی برای اجرا دارند و در کوتاه مدت نیز قابل اجرا هستند و می‌توانند اثرات خوبی بر روی کاهش تلفات داشته باشند. همچنین نتایج نشان داد که طرح‌های که بتوانند اثرات قابل توجهی بر روی کاهش تلفات داشته باشند بیشتر نیاز به هزینه اولیه بسیار زیاد برای اجرا و همچنین داشتن زمان کافی برای اثرگذاری بر روی شبکه دارند. همچنین باید توجه کرد که بسیاری از راهکارهای کاهش تلفات فنی و غیرفنی با توجه به شرایط شبکه و فرهنگ منطقه مورد مطالعه ممکن است اولویت‌بندی متفاوتی داشته باشند.

برنامه‌های آتی



کام دوم

شناسایی شبکه توزیع برق ایران از
منظر تلفات



کام سوم

ارائه اسناد سازمانی، دانشی و
ترویجی؛

برنامه‌های آتی

- ✓ شناسایی عوامل اصلی تلفات در شبکه ایران
- ✓ شناسایی اقتضات خاص شبکه از منظر بهره‌برداری و با هدف کاهش تلفات توزیع (مواردی از قبیل میزان مانورپذیری شبکه)؛
- ✓ شناسایی اهم مشکلات و مسائل اجرایی و محدودیت‌های عملی حوزه بهره‌برداری برای کاهش میزان تلفات شبکه‌های توزیع با توجه به اقتضات شبکه؛
- ✓ بررسی و شناسایی راهکارهای بهبود فرآیندها و عملکرد حوزه بهره‌برداری در راستای کاهش تلفات در شبکه توزیع با توجه به اقتضات خاص هر بخش از شبکه؛
- ✓ اولویت‌بندی اقدامات کاهش تلفات با توجه به شرایط مختلف شبکه توزیع ایران.

- ✓ تبیین وضع مطلوب بهره‌برداری شبکه‌های توزیع از منظر کاهش تلفات با توجه به ارزش و اهمیت راهکارهای مختلف؛
- ✓ ارتقا دستورالعمل جامع بهره‌برداری یا تدوین دستورالعمل مستقل کاهش تلفات؛
- ✓ تهیه اسناد سازمانی از جمله ضوابط اداری و استانداردها به‌منظور ارائه راهکارهای جدید یا پیشنهاد بهبود راهکارهای قبلی برای کاهش تلفات شبکه توزیع و پیشنهاد نقشه‌راه.

A lush green park with tall trees and a bright sunburst effect in the background. The text "با سپاس از توجه شما" is overlaid in the center.

با سپاس از توجه شما