

مطالعه ضایعات انرژی برق در افغانستان و مقایسه آن با بعضی از کشورهای همسایه و منطقه

امین گل حنیف^۱، عبدالواحد نبی زاده^۲

- *۱. پوهندوی دوکتور، دیپارتمنت انجینیری برق و الکترونیک پوهنځی انجینیری پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
(نویسنده مسئول). <https://orcid.org/0009-0009-0061-724X> - amingulhanif@gmail.com
۲. محصل برنامه ماستری، دیپارتمنت انجینیری برق و الکترونیک، پوهنځی انجینیری پوهنتون کابل، کابل، مدیر
عمومی کنترول شبکه د افغانستان برشنا شرکت، کابل، افغانستان.
<https://orcid.org/0009-0006-7042-3131> - abdulwahed.n9075@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۶/۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۸

چکیده

ضایعات انرژی برق یکی از مشکلات مهم در سیستم‌های برق‌رسانی کشورهای آسیایی به‌ویژه افغانستان به‌شمار می‌رود که موجب کاهش کارایی، افزایش هزینه‌ها و اختلال در خدمات‌رسانی می‌گردد. بررسی ضایعات انرژی برق در افغانستان یک ضرورت حیاتی برای شناسایی و رسیدگی به ناکارایی‌ها در انتقال و توزیع انرژی برق می‌باشد. هدف این تحقیق، بررسی مقدار ضایعات انرژی برق در افغانستان طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ و مقایسه آن با ضایعات انرژی برق بعضی از کشورهای همسایه و منطقه می‌باشد. این تحقیق از نوع کمی و کیفی بوده و آمار و داده‌ها از شرکت برشنا افغانستان اخذ گردیده است. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار مایکرو سافت اکسیل و روش‌های توصیفی مانند: محاسبه میانگین، درصد گیری و ترسیم گراف‌ها انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که مقدار ضایعات انرژی برق در افغانستان به مقایسه با برخی از کشورهای همسایه و منطقه به‌طور قابل ملاحظه بالاتر است. عوامل تکنیکی مانند: فرسودگی تجهیزات، طراحی نامناسب شبکه و عوامل غیرتکنیکی مانند: سرقت برق، ضعف در سیستم‌های اندازه‌گیری و نبود شفافیت در مدیریت، از جمله دلایل اصلی این ضایعات هستند.

کلمات کلیدی: ترانسفارمر، ضایعات انرژی برق، ضایعات تکنیکی، ضایعات غیر تکنیکی.

An Analytical Study of Electricity Losses in Afghanistan and their Comparative Assessment with Selected Neighboring and Regional Countries

Amin Gul Hanif^{1*}, Abdul Wahid Nabizada²

1*. Associate Prof. Ph.D. Department of Electrical and Electronic Engineering, Engineering Faculty,
Kabul University, Kabul, Afghanistan (Corresponding Author).

<https://orcid.org/0009-0009-0061-724X> - amingulhanif@gmail.com

2. Master Program Student. Department of Electrical and Electronic Engineering, Engineering Faculty &
General Manager of Network Control of Da Afghanistan Breshna Sherkat, Kabul, Afghanistan.

<https://orcid.org/0009-0006-7042-3131> - abdulwahed.n9075@gmail.com

Received: 26/08/2025

Accepted: 19/09/2025

Abstract

Electricity losses are one of the major challenges in the power supply systems of Asian countries, particularly Afghanistan, as they lead to reduced efficiency, increased costs, and disruptions in service delivery. Examining electricity losses in Afghanistan is a vital need for identifying and addressing inefficiencies in the transmission and distribution of electricity. The main objective of this research is to assess the amount of electricity losses in Afghanistan during the years 2016 to 2021 (1395–1400 in the solar calendar) and to compare them with electricity losses in some neighboring and regional countries. The nature of the research is both quantitative and qualitative, and the data is obtained from Da Afghanistan Breshna Company (DABS). The data were analyzed using Microsoft Excel software and descriptive methods such as calculating averages, percentages, and drawing graphs. The findings indicate that the level of electricity losses in Afghanistan is significantly higher compared to some neighboring and regional countries. Technical factors such as outdated equipment and poor network design, along with non-technical factors such as electricity theft, weak metering systems, and lack of transparency in management, are among the main causes of these losses.

Keywords: Non-Technical Losses, Power Losses, Technical Losses, Transformer.

۱. مقدمه (Introduction)

انرژی برق یکی از اساسی‌ترین و عمده‌ترین نیازمندی‌های اولیه جوامع معاصر بوده و همه روزه تقاضای آن بیشتر از پیش افزایش می‌یابد و این افزایش در افغانستان همیشه سیر صعودی بیشتری دارد. در این میان شهرهای بزرگ و پر جمعیت افغانستان همانند (کابل، هرات، بلخ، کندهار، ننگرهار، ...) تقاضای انرژی برق روزافزون داشته که تقاضای سالانه‌اش بیش از ۲۵ درصد می‌باشد (DABS, 2021). تحلیل و بررسی ضایعات انرژی برق در افغانستان یک ضرورت حیاتی برای شناسایی و رسیدگی به ناکارایی‌ها در انتقال و توزیع انرژی برق می‌باشد. بنابراین، ضایعات انرژی برق در افغانستان و مقایسه آن با بعضی از کشورهای همسایه و منطقه در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است.

اکثر سیستم‌های ولتاژ متوسط و پائین و سیستم اندازه‌گیری آن‌ها در سال‌های اخیر نوسازی و بازسازی شده‌اند؛ اما آنچه درخور اهمیت است، توسعه بی‌رویه و بی‌ملاحظه این سیستم‌ها می‌باشد که به نوبه خود بحران‌ساز در افزایش ضایعات انرژی برق است.

ضایعات انرژی برق مقدار انرژی می‌باشد که از تولید (ستیشن‌ها و سبب ستیشن‌های تولیدی) الی انرژی بل شده (مصرف کننده‌ها) از آن استفاده مؤثر صورت گرفته نتواند (Mahroqi et al., 2012). ضایعات انرژی برق متشکل از دو بخش ضایعات تخنیکی (Priyamvada et al., 2016) و ضایعات غیر تخنیکی یا تجارتي می‌باشد (Ovidiu et al., 2014) (Nilush et al., 2019)

ضایعات تخنیکی انرژی برق ضایعاتی است که از سبب فرسودگی تجهیزات، طراحی غیراستاندارد خطوط انتقال و توزیع و استفاده از ترانسفارمرها با کارایی پائین به وجود می‌یابد. ضایعات غیر تخنیکی انرژی برق عبارت از ضایعاتی است که ناشی از سرقت برق، نبود سیستم‌های دقیق اندازه‌گیری، ضعف در مدیریت تجارتي و نظارت می‌باشد.

ارقام ضایعات انرژی برق کشورهای مورد نظر همسایه و منطقه از سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ ارائه شده که این دوره زمانی مطابق سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ می‌باشد، یعنی مقایسه ارقام ضایعات افغانستان و کشورهای مورد نظر همسایه و منطقه در یک مقطع زمانی صورت گرفته است.

از آنجایی که بیشترین انرژی برق افغانستان را برق وارداتی و اندک آن را برق تولیدی تشکیل می‌دهد. لذا ضایعات عبارت از مجموع انرژی وارداتی و انرژی تولیدی بدون انرژی فروخته شده می‌باشد (Bhatti et al., 2015). ضایعات از جمله چالش‌های عمده در سطح

کشورهای دنیا مخصوصاً کشورهای آسیایی و به خصوص افغانستان می باشد. اکثریت کشورهای دنیا با برنامه ریزی دقیق و طرح های طویل المدت توانسته اند؛ تا ضایعات شبکه انرژی برق خود را به حداقل آن برسانند (World Bank, 2021). یافته ها نشان می دهند که مقدار ضایعات انرژی برق در افغانستان به مقایسه با برخی از کشورهای همسایه و منطقه به طور قابل ملاحظه بالاتر است.

۲. مواد و روش (Materials and Method)

نوع این تحقیق کمی و کیفی است. برای تحلیل داده ها، از نرم افزار مایکروسافت اکسل (Microsoft Excel) استفاده شده است. در این تحلیل، از روش های آماری توصیفی مانند محاسبه میانگین، درصدگیری، و ترسیم گراف های مقایسوی استفاده صورت گرفته شده است؛ تا ضایعات انرژی برق در سال های مورد نظر به صورت واضح نشان داده شود. داده های مورد ضرورت برای تحلیل ضایعات انرژی برق در افغانستان از شرکت برشنا افغانستان اخذ گردیده است. داده های مورد ضرورت برای ضایعات انرژی برق بعضی از کشورهای همسایه و کشورهای پیشرفته و در حال توسعه از سایت انترنتی بانک جهانی اخذ شده است (World Bank, 2021). هدف از این تحقیق، شناسایی ضایعات انرژی برق افغانستان از سال های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ و مقایسه آن با بعضی از کشورهای همسایه و منطقه است.

۳. یافته ها و نتایج (Results and Finding)

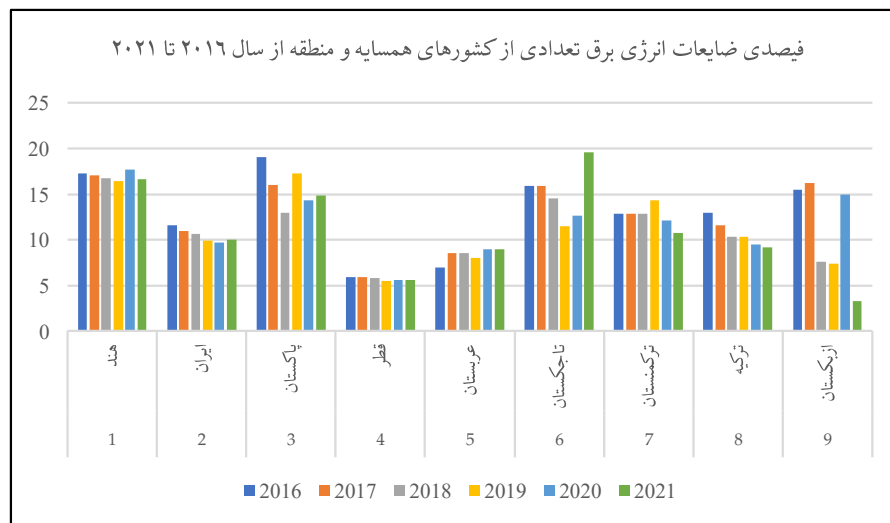
ضایعات کلی انرژی برق تعدادی از کشورهای همسایه و منطقه برای سال های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ (مطابق با سال های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ هـ ش) در جدول شماره ۱ درج شده است (World Bank, 2021). اکثریت این نتایج، کاهش ضایعات انرژی برق را از سال های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ نشان می دهد. این بدان معناست که همین کشورها برای کاهش ضایعات انرژی برق، طرح های مؤثر را تهیه و عملی ساخته اند تا ضایعات انرژی برق کاهش یابد و منافع چندجانبه را به دست آورند.

مطالعه ضایعات انرژی برق در افغانستان و مقایسه آن با بعضی از کشورهای همسایه و منطقه / ۲۳

جدول ۱. فیصدی ضایعات انرژی برق تعدادی از کشورهای همسایه و منطقه از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ (World Bank, 2021).

(World Bank, 2021)

شماره	کشورها	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۱
۱	هند	۱۷.۳	۱۷.۱	۱۶.۷	۱۶.۴	۱۷.۷	۱۶.۶
۲	ایران	۱۱.۶	۱۰.۹	۱۰.۶	۹.۹	۹.۷	۱۰
۳	پاکستان	۱۹.۱	۱۶	۱۳	۱۷.۳	۱۴.۳	۱۴.۸
۴	قطر	۵.۹	۵.۹	۵.۸	۵.۵	۵.۶	۵.۶
۵	عربستان	۷	۸.۵	۸.۵	۸	۹	۹
۶	تاجکستان	۱۵.۹	۱۵.۹	۱۴.۵	۱۱.۵	۱۲.۶	۱۹.۶
۷	ترکمنستان	۱۲.۸	۸.۱۲	۱۲.۸	۱۴.۳	۱۲.۱	۱۰.۷
۸	ترکیه	۱۲.۹	۱۱.۶	۱۰.۳	۱۰.۳	۹.۵	۹.۲
۹	ازبکستان	۱۵.۵	۱۶.۲	۷.۶	۷.۴	۱۵	۳.۳



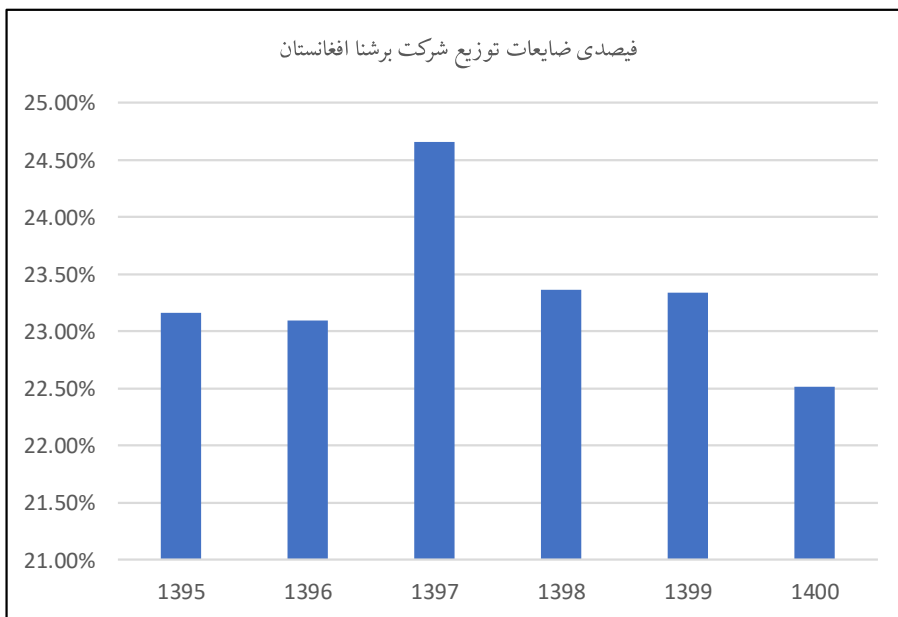
شکل ۱: فیصدی ضایعات انرژی برق تعدادی از کشورهای همسایه و منطقه از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ (World Bank, 2021).

(World Bank, 2021)

ضایعات توزیع انرژی برق در افغانستان از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۰ (مطابق با سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ میلادی) تحلیل و بررسی شده و نتایج آن در جدول ۲ و شکل ۲ نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که ضایعات توزیع انرژی برق در افغانستان از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۰ چندان کاهش نیافته و برای عواملی که سبب این ضایعات بوده‌اند، راه‌حل مناسب و پایدار پیدا نشده است.

جدول ۲: فیصدی ضایعات توزیع انرژی برق شرکت برشنا افغانستان از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۰.

ضایعات توزیع انرژی برق شرکت برشنا افغانستان	
سال	ضایعات توزیع (فیصدی)
۱۳۹۵	۲۳٫۱۶٪
۱۳۹۶	۲۳٫۰۹٪
۱۳۹۷	۲۴٫۶۶٪
۱۳۹۸	۲۳٫۳۶٪
۱۳۹۹	۲۳٫۳۴٪
۱۴۰۰	۲۲٫۵۱٪



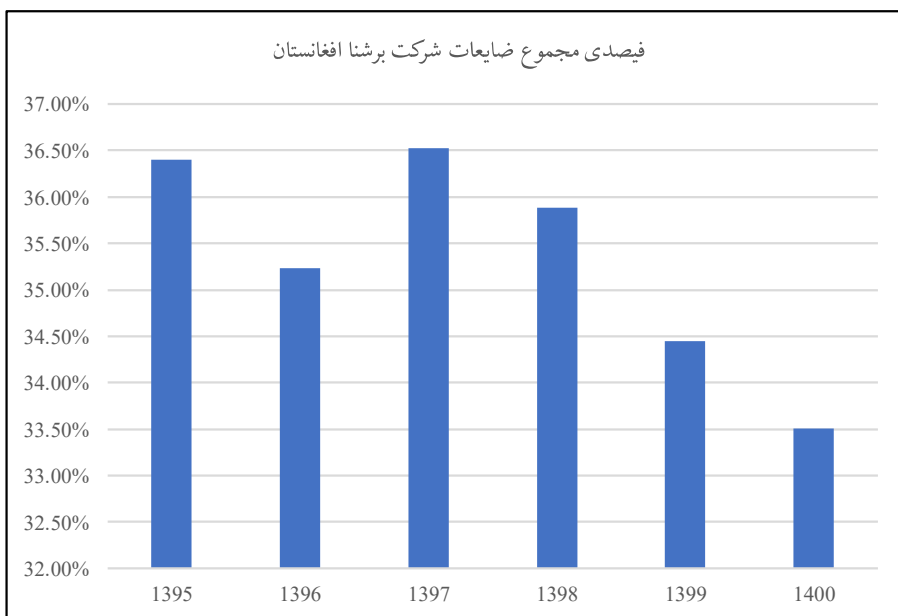
شکل ۲: فیصدی ضایعات توزیع شرکت برشنا افغانستان از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۰.

جدول ۳ و شکل ۳ میزان کلی ضایعات انرژی برق (ضایعات انتقال و توزیع) اعم از ضایعات تخنیکی و ضایعات غیر تخنیکی در افغانستان را نمایش می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که مجموع ضایعات در فاصله سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰، در سال‌های اخیر یعنی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ کاهش یافته و در سال ۱۴۰۰ به حداقل رسیده است؛ اما این کاهش ضایعات چشمگیر و قابل ملاحظه نمی‌باشد.

این ضایعات شامل ضایعات تخنیکی و غیرتخنیکی می‌باشد. هر یک از ضایعات تخنیکی و غیرتخنیکی عوامل مختلف دارند که به‌گونه ذیل تشریح می‌گردند.

جدول ۳: فیصدی مجموع ضایعات انرژی برق شرکت برشنا افغانستان از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۰.

مجموع ضایعات انرژی برق شرکت برشنا افغانستان	
سال	ضایعات مجموعی (فیصدی)
۱۳۹۵	٪۳۶،۴۰
۱۳۹۶	٪۳۵،۲۳
۱۳۹۷	٪۳۶،۵۳
۱۳۹۸	٪۳۵،۸۸
۱۳۹۹	٪۳۴،۴۵
۱۴۰۰	٪۳۳،۵۱



شکل ۳. فیصدی مجموع ضایعات شرکت برشنا افغانستان از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۰.

عوامل ضایعات غیر تخنیکی (تجارتی)

۱. **عدم سنجش ضایعات حقیقی:** همان گونه که مشهود است، در راستای کاهش ضایعات، در گام نخست شناسایی ضایعات حقیقی و تعیین آن بخش از سیستم توان یا شبکه برق که بیشترین میزان ضایعات را به خود اختصاص داده است، از اهمیت اساسی برخوردار می باشد.

۲. **عدم تسلسل مشترکین به شکل ترانسفارمر وار:** اکثر مشترکین در ساختار شبکه به صورت تسلسل یافته و ترانسفارمر محور تنظیم نگردیده اند. این عدم انسجام سبب می شود؛ تا محاسبه ضایعات در سطح ترانسفارمر و سرکت به طور دقیق امکان پذیر نباشد و در نتیجه نقاط بحرانی شبکه و بخش هایی که بیشترین میزان تلفات انرژی را متحمل می نمایند، به طور مؤثر شناسایی نشود.

به طور مثال ارقام دوره پنجم سال ۱۴۰۰ هـ ش از فیدرهای (۶۱۸ و ۸۱۵) سب استیشن ۱۱۰ کیلو ولت حوزه کندز شرکت برشنا توسط سافت ویر و از جدول ماهوار سب استیشن اخذ گردید و با ارقام صدور بل مقایسه گردید که نتایج آن در جدول ۴ درج گردیده است.

جدول ۴. مقایسه ارقام انرژی فیدر های خروجی سب استیشن ۱۱۰ کیلو ولت و محاسبه بل برق

فیسدی	تفاوت به KWH	ارقام از بخش بلینگ KWH	ارقام از سب استیشن KWH	فیدر	دوره	شماره
۵۵٫۲۲٪	۲۶۳۲۸۵۵	۲۱۳۴۹۹۶٫۹	۴۷۶۷۸۵۲	۶۱۸	پنجم	۱
۴۱٫۴۹٪	۲۵۶۶۴۵۷	۳۶۱۸۲۲۲٫۷	۶۱۸۴۶۸۰	۶۱۵		۲

۳. **استفاده از انرژی برق به صورت غیر قانونی (سرقت):** استفاده غیرقانونی از انرژی برق مسئله ای فراتر از مرزهای افغانستان است و در بسیاری از کشورها مشاهده می گردد؛ حتی در کشورهای توسعه یافته مانند؛ بریتانیا که سرقت برق به اشکال مختلف رخ می دهد (Dimo et al., 2016). روش های سرقت انرژی برق می تواند از دستکاری انرژی میتر، دستکاری سیستم اندازه گیری (CT و PT)، شارتن خط یا لاین دحولی و خروجی انرژی میتر (دبل کاری)، استفاده مستقیم از لاین های ۴۰۰ ولت (چنگگ) و غیره یادآوری نمود.

۴. **عدم استفاده از سرغچ:** سرغچ وسیله‌ای است که در جهت جلوگیری از سرقت انرژی برق در بخش انرژی میتر از آن استفاده می‌گردد. جهت جلوگیری از سرقت انرژی برق ایجاب می‌کند که تمام میترهای که در شبکه استفاده می‌شود، دارای سرغچ باشد.

عوامل عمده ضایعات تخریکی

۱. **طویل بودن خط یا لاین‌های شبکه توزیع:** عموماً لاین‌های (۲۰kv، ۱۵ kv، ۱۰kv و ۰.۴kv) برای تغذیه مصرف کنندگان انرژی برق در ساحات روستایی به فاصله‌های طویل خلاف معیار تعیین شده امتداد یافته که این عمل سبب کاهش ولتاژ، بالا رفتن مقاومت (R) و ضایعات $P_{loss} = I^2 Z$ در شبکه توزیعی می‌گردد.

۲. **عدم انتخاب مقطع لاین مناسب در شبکه توزیع:** در شبکه برق‌رسانی مقطع لاین به اساس بار و جریان حد اعظمی لاین انتخاب می‌گردد؛ ولی در شبکه موجوده اکثر لاین‌های بدون در نظر داشت بار انتخاب گردیده است که انتخاب نادرست سبب اضافه باری لاین‌های شبکه و حتی گاهی سبب حریق شدن لاین‌ها گردیده است.

۳. **عدم نصب ترانسفارمرهای توزیع در مرکز بار برقی:** ترانسفارمرهای توزیع در مرکز بار برقی نظر به مصرف مشترکین نصب نبوده که در نتیجه دورترین مشترکین دارای ولتاژ پایین بوده که کاهش ولتاژ سبب ضایعات در لاین می‌گردد.

۱. **پایین بودن ضریب توان:** میتر مصرف کنندگان بزرگ در اکثر شبکه‌های توزیع پاور فکتور از ۰.۵ الی ۰.۷ می‌باشد. که ضریب توان پائین سبب بلند رفتن ضایعات توزیع می‌شود. ضریب توان پائین در شبکه باعث افزایش توان غیر فعال شده و توان غیر فعال سبب ضایعات در شبکه می‌گردد.

۲. **انتخاب نامناسب ترانسفارمرهای توزیع:** ترانسفارمرهای توزیع نقش مهمی در انتقال مؤثر انرژی برق از شبکه‌های توزیع به مصرف کنندگان دارند. این تجهیزات دارای دو نوع ضایعات هستند: ضایعات تحت بار (Load Losses) که در اثر عبور جریان از سیم پیچ‌ها ایجاد می‌شود و ضایعات بی بار (No-Load Losses) که ناشی از مقناطیسی شدن هسته ترانسفارمر حتی در حالت بدون بار است. برای کاهش این ضایعات، انتخاب ترانسفارمرهایی با طراحی موثر و مواد با کیفیت بالا ضروری است. استفاده از سیم پیچ‌های مسی با مقاومت پائین و هسته‌های از جنس فولاد سیلیکونی با ضایعات مقناطیسی کم، می‌تواند به طور قابل ملاحظه ضایعات انرژی را کاهش دهد. نصب ترانسفارمرهای با کارایی بالا در شبکه‌های توزیع، نه تنها موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می‌شود؛ بلکه عمر تجهیزات را نیز افزایش می‌دهد.

۳. ضایعات انرژی برق در ترانسفارمرهای توزیع: عدم استفاده از سیستم‌های کنترلی هوشمند برای تنظیم عملکرد ترانسفارمرها در ساعات مختلف بار مصرفی، می‌تواند منجر به افزایش ضایعات انرژی برق شود. در بسیاری از سبب‌ستیشن‌ها که دارای دو ترانسفارمر با ظرفیت مشابه هستند، عدم مدیریت مؤثر در ساعات کم بار مانند استفاده هم زمان از هر دو ترانسفارمر باعث افزایش ضایعات می‌گردد.

۴. احداث غیر مسلکی خطوط انتقال: خطوط انتقال نیز به‌صورت غیر استندرد به فاصله‌های طولانی و با ولتاژ پائین تمديد گردیده است که سبب بیشترین ضایعات گردیده است.

از اینکه ضایعات تخنیکي در شبکه ابعاد بزرگتر را دارا بوده فلهذا ضایعات دیگر شبکه را بشکل فشرده و خلاصه به‌طور ذیل بیان نمود:

- اضافه باری و فرسودگی بعضی از لاین‌های ولتاژ متوسط و ولتاژ پائین در شبکه توزیعی.
- اضافه بار بودن ترانسفارمرهای توزیع بنابر پائین بودن ظرفیت آن‌ها و تقاضای بیش از حد انرژی؛
- قطع شدن لاین‌های ولتاژ بلند و متوسط و دوباره پیوند نادرست آن‌ها؛
- فرسودگی و غیر استندرد بودن تجهیزات بعضی از شبکه‌ها که در سابق ساخته شده است؛
- پائین بودن سطح ولتاژ شبکه نظر به طول لاین‌ها؛
- موجودیت شبکه ۶ و ۱۰ کیلوولت در بعضی واحدهای برشنا که بیشتر از نورم تمديد شده است؛
- اضافه باری سبب استیشن‌ها؛
- استهلاک و فرسودگی بعضی سبب استیشن‌ها و ترانسفرمرهای قدرت؛
- موجودیت صنایع کهنه، فرسوده و عدم سیم کشی به‌شکل استندرد در شبکه؛
- متعادل نبودن بار فازها؛
- عدم توجه در حفظ و مراقبت تجهیزات شبکه.

۴. مناقشه (Discussion)

فیصدي ضایعات کلی انرژی برق در برخی از کشورهای همسایه و منطقه از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ به‌طور قابل ملاحظه کاهش یافته است و نشان می‌دهد که این کشورها برای کاهش ضایعات انرژی برق، برنامه‌ها و طرح‌های مؤثری را تدوین و عملی ساخته‌اند.

برای افغانستان، فیصدی ضایعات توزیع و فیصدی ضایعات کلی انرژی برق از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ (مطابق سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱) بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که ضایعات توزیع انرژی برق در افغانستان در دوره مورد نظر کاهش چشمگیر نداشته است. ضایعات کلی انرژی برق نیز در سال ۱۴۰۰ هـ ش تا حدی کاهش یافته؛ اما این کاهش قابل توجه و چشمگیر نمی‌باشد.

در بررسی فیصدی ضایعات کلی کشورهای همسایه و منطقه مشاهده می‌شود که هند، پاکستان و تاجکستان ضایعات انرژی برق بیشتری دارند؛ اما در مقایسه با افغانستان، ضایعات کلی انرژی برق این کشورها در سطح بسیار پائین‌تر قرار دارد.

با وجود اصلاحاتی در بخشی از شبکه‌های توزیع برق افغانستان، ضایعات انرژی برق همچنان در سطح بالایی باقی‌مانده است. این امر نشان می‌دهد که تنها اصلاحات تکنیکی بدون بهبود مدیریتی و تجاری کافی نیست. بنابراین، اتخاذ یک رویکرد جامع و چندبُعدی برای کاهش ضایعات انرژی برق ضروری است.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

ضایعات انرژی برق یکی از مشکلات مهم در سطح جهانی، به‌ویژه در کشورهای کمتر توسعه‌یافته مانند افغانستان، محسوب می‌شود. هدف این تحقیق بررسی میزان ضایعات انرژی برق در افغانستان طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ هـ ش و مقایسه آن با ضایعات انرژی برق برخی از کشورهای همسایه و منطقه می‌باشد. این تحقیق از نوع کمی و کیفی است که آمار و داده‌ها از شرکت برشنا اخذ و با استفاده از نرم افزار میکرو سافت اکسیل و روش‌های توصیفی تحلیل شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که ضایعات توزیع و ضایعات کلی انرژی برق در افغانستان در مقایسه با کشورهای همسایه و منطقه در سطح بالاتری قرار دارد و طی دوره مورد نظر کاهش چشمگیری نداشته است. در حالی که کشورهای همسایه و منطقه با اجرای برنامه‌های مؤثر توانسته‌اند تا سال ۱۴۰۰ هـ ش ضایعات انرژی برق خود را به‌طور قابل توجه کاهش دهند.

عوامل اصلی ضایعات انرژی برق در افغانستان شامل ضایعات تکنیکی (فرسودگی تجهیزات، طراحی غیراستاندارد و ترانسفارمرهای کم‌کارا) و ضایعات غیرتکنیکی (سرقت برق، ضعف مدیریت تجاری و نبود نظارت مؤثر) می‌باشد. برای کاهش این ضایعات، نوسازی تجهیزات، استفاده از ترانسفارمرهای با کارایی بلند، نصب میترهای هوشمند و تقویت مدیریت و نظارت

پیشنهاد می‌گردد. بنابراین، کاهش مؤثر ضایعات انرژی برق در افغانستان نیازمند یک رویکرد جامع است که هم ابعاد تکنیکی و هم مدیریتی را در می‌گیرد.

منابع و مأخذ

- Bhatti, S. S., Lodhi, M. U. U., Shan ul Haq, Mehdi, S. N., Javaid, M. A., Reza, M. Z., & Lodhi, M. I. U. (2015). Electric Power Transmission and Distribution Losses Overview and Minimization in Pakistan, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 6, Issue 4, ISSN 2229-5518.
- DABS. (2021). Electric energy demand (<https://main.dabs.af>)
- Dimo, S. V. A., & Ivan, Z. (2016). Assessment of Electric Energy Losses Aiming at Detection of Thefts of Electricity, 978-1-4673-9522-9, *IEEE*.
- Mahroqi, Y., Metwally, I. A., Hinai, A., & Badi, A. (2012). Reduction of Power Losses in Distribution Systems, *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- Nilush, P. J., Perera, R., & Tilka, S. (2019). Technical and Non-Technical Losses in Single Phase Energy Metering, 978-1-7281-6657-5/19/*IEEE*.
- Ovidiu, F. C. B., Stefan, K., & Andrei, C. (2014). Distribution Network Technical Losses Evaluation. Case Study for a Real 110 kV Electrical Network, *17th IEEE Mediterrane Electrotechnical Conference*, Beirut, Lebanon, 13-16.
- Priyamvada, C., Tripta, T. M., & Sawale, B. A. (2016). Energy Meter Tampering: Major Cause of Non- Technical Losses in Indian Distribution Sector, 978-1-5090-2476-6/16 *IEEE*.
- Word Bank Group. (2021). Electric power transmission and distribution losses (% of output), *IEA Energy Statistics* <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>