ارتقاء قابلیت اطمینان و کاهش هزینه‌های بهره برداری شبکه با اجرای عملیات خط گرم در شبکه توزیع برق اردبیل

حمید حلمی[۱]، شهرام کامرانی[۲]، محمد حسین دیده بان[۳]، علیرضا علیزاده[۴]

[۱،۲،۳،۴]شرکت توزیع نیروی برق استان اردبیل

hamid_helmi ۲۰۰٦@yahoo.com ، s.kamranigermi@yahoo.com

چکیده

امروزه تداوم برقرسانی یکی از مهمترین مسائل شرکتهای توزیع نیروی برق قرار گرفته است زیرا بسیاری از مصرف کنندگان قادر به تحمل خسارتهای ناشی از قطع برق نمی‌باشند. در این مقاله به صورت اختصار به تعمیرات شبکه های فشار متوسط با روش عملیات خط گرم به منظور کاهش چشمگیر خاموشیها بالاخص خاموشی‌های با برنامه پرداخته و در جهت بهبود و افزایش قابلیت اطمینان سیستم در شبکه‌های توزیع با استفاده از عملیات خط گرم و سود حاصله مستقیم به شرکت و انتفاع غیر مستقیم اقتصاد ملی ناشی از اجرای تعمیرات به روش خط گرم بحث می‌گردد. افزایش روز افزون تقاضای انرژی و لزوم بهبود کیفیت برق و قابلیت اطمینان شبکه باعث شده است که سازمانهای متولی تامین برق مشترکین در سراسر دنیا علاوه بر ساخت و توسعه نیروگاه های تجدیدپذیر، راهکارهای دیگری را به منظور کاهش خاموشیها در برنامه ریزی خود در نظر گیرند.

کلید واژه

عملیات خط گرم - انرژی تامین نشده- خاموشیهای با برنامه- قابلیت اطمینان شبکه

مقدمه

بی شک یکی از شاخص‌های مهم شرکت توزیع، تامین انرژی مصرف کنندگان، بدون وقفه و کاهش میزان انرژی توزیع شده در شبکه ها می باشد .اما متاسفانه هنوز در شبکه های توزیع شاهد خاموشی‌هایی چه از نوع با برنامه و چه از نوع بی برنامه هستیم و بایستی برای به حداقل رساندن این خاموشی‌ها فکری اساسی و اقداماتی اساسی صورت گیرد . از آنجا که مصرف‌کنندگان ، مشتاقانه تقاضای هزینه‌های کمتر و قابلیت اطمینان بالاتری را در فضای رقابتی جدید دارند، وظیفه شرکت های برق علاوه برتقلیل افت سرمایه‌گذاری، کاهش هزینه‌های عملکرد و نگهداری و به دنبال آن کاهش هزینه برق مصرفی است. برای رسیدن به این اهداف کشورهای پیشرفته دنیا دست به کارهای بزرگی زدند تا بتوانند به این خاموشی‌ها فایق آیند و در برخی از کشورها کلا خاموشی‌های با برنامه حذف گردیده وتمامی تعمیرات پیشگیرانه وبا برنامه به صورت برقدار و بدون وقفه در برق انجام می‌گردد.

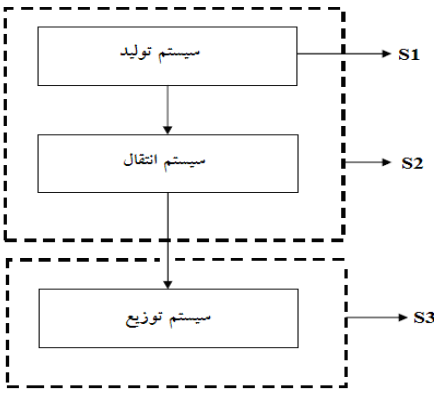
با توجه به بررسی‌های انجام گرفته حدود ۴۰ درصد از انرژیهای توزیع نشده در شبکه های فشار متوسط به صورت خاموشیهای با برنامه برای تعمیرات پیشگیرانه به منظور عملیات توسعه احداث می‌باشد، میطلبد تا متولیان امر برای حل این مشکل گامهایی برای کاربردی نمودن اجرای عملیات خط گرم روی شبکه‌های فشار متوسط جهت جلوگیری از قطع برق بردارند.به همین منظور در این مقاله شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه و ارزیابی اقتصادی موضوع را قبل و بعد از راه اندازی اکیپ عملیاتی خط گرم در شهرستان اردبیل در طول شش ماه بررسی خواهیم کرد.

ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه

بطور کلی توانایی یک سیستم در انجام کامل یک عمل مورد نظر تحت عنوان قابلیت اطمینان شناخته می‌شود. در مورد سیستم‌های قدرت، قابلیت اطمینان دلالت بر توانایی سیستم در تامین تقاضای مصرف کنندگان دارد، بطوریکه بار سیستم را با تداوم و کیفیت قابل قبولی تامین نماید.

بدین ترتیب، توانایی سیستم در تامین انرژی الکتریکی بطور کافی معمولا برحسب قابلیت اطمینان ارزیابی می‌شود.

سیستم‌های قدرت الکتریکی بسیار پیچیده و بزرگ هستند. از اینرو، آنالیز کل سیستم بطور یکجا بسیار دشوار است، و بایستی آن را به بخش‌های کوچک‌تر تبدیل بکنیم. بهمین دلیل بطور کلی، یک سیستم قدرت جهت ارزیابی قابلیت اطمینان از سه بخش تشکیل می‌شود که در شکل (۳-۳) نشان داده شده است.



شکل ۱- بخش بندی سیستم قدرت

S۱ بخش مربوط به تولید است که معمولا جهت ارزیابی قابلیت اطمینان در این بخش از شاخص امید از دست رفتن بار (LOLE) و شاخص امید از دست رفتن انرژی (LOEE) همچنین تعداد خرابی و مدت زمان خرابی استفاده می‌شود.

S۲ بخش مربوط به سیستم‌های تولید و انتقال است، شاخص‌های اصلی که در اینجا مورد بررسی قرار می‌گیرند تعداد و مدت زمان خرابی است.

S۳ بخش مربوط به سیستم های توزیع است، شاخص-های اصلی که در بخش S۲ مورد بررسی قرار می‌گیرند ورودی‌های این بخش هستند. در این قسمت مهم‌ترین شاخص‌های مورد بررسیSAIDI، SAIFI و CAIDI هستند.

در گذشته، تحلیل قابلیت اطمینان در سطح توزیع به نسبت انتقال و تولید کمتر مورد توجه قرار گرفته است چراکه خاموشی‌ها و قطعی‌ها در این سطح جزئی و محلی هستند و هزینه‌های نسبتا گزافی را به نسبت دو قسمت دیگر تحمیل نمی‌کنند. با اینحال، بررسی اطلاعات مربوط به خاموشی مصرف کنندگان حاکی از آن است که بزرگترین عدم دسترس پذیری تغذیه از خرابی‌های موجود در سیستم توزیع بر می‌آید [۱]. سیستم‌های توزیع نوعا ساختاری شعاعی یا حلقوی دارند اما بصورت شعاعی کار می‌کنند. انرژی الکتریکی بصورت یک جهته از نقطه تغذیه به نقاط بار مصرف کنندگان و از طریق خطوط توزیع، کابل‌ها و باس بارهایی که بصورت سری با هم قرار گرفته اند تحویل داده می‌شود.

در مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های مهندسی عملاً بیشتر از روش‌های تحلیلی استفاده می‌شود. در این پایان نامه نیز مطالعات مربوط به قابلیت اطمینان مبتنی بر روش تحلیلی است. این روش تحلیلی ارزیابی قابلیت اطمینان بر پایه مدهای خطا و بررسی اثر آن‌ها (FEMA) است.

شاخص‌های مورد بحث در قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان یک سیستم توزیع بر حسب شاخص‌های قابلیت اطمینان بیان می‌شود. موارد زیر شاخص‌های معمول در ارزیابی قابلیت اطمینان بخصوص برای سیستم توزیع هستند.

۱. EENS
۲. SAIDI
۳. SAIFI

نتایج ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع در قالب شاخص‌های نقاط بار و کل سیستم ارائه می‌شوند. شاخص-های قابلیت اطمینان نقاط بار عبارتند از متوسط نرخ وقوع خطا λ (f/yr)، متوسط زمان خاموشی r (h)، متوسط زمان خاموشی سالیانه U (h/yr) و متوسط انرژی توزیع

نشده (فروخته نشده) ENS (kW h/yr). این شاخص‌ها با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$\lambda_s = \sum_{i \in A} \lambda_i \qquad (f/yr)$$
$$U_s = \sum_{i \in A} \lambda_i r_i \qquad (h/yr)$$
$$r_s = \frac{U_s}{\lambda_s} \qquad (f/yr) \qquad (۱)$$
$$EENS_s = PU_s \qquad (kwh/yr)$$

که در آن

λ_i: نرخ وقوع خطا در مد i ام

ri: زمان لازم برای بازگرداندن تغذیه به نقاط بار موردنظر پس از وقوع خطا در مد i ام

P: متوسط میزان مصرف در نقطه بار (پست توزیع)

برای ایجاد نمایی ملموس تر از وضعیت شبکه از شاخص های قابلیت اطمینان مرتبط با سیستم که رفتار کل فیدر را نشان می دهند، استفاده می شود. این شاخص ها عبارتند از:

- انرژی توزیع نشده (فروخته نشده)

$$EENS = \sum EENS_i \qquad (۲)$$

- شاخص متوسط دفعات خاموشی سیستم

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^{n} \lambda_i N_i}{\sum_{i=1}^{n} N_i} \quad [\text{per. inter./cust/yr}] \qquad (۳)$$

- شاخص متوسط زمان خاموشی سیستم

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_i N_i}{\sum_{i=1}^{n} N_i} \quad [\text{hour/cust/yr}] \qquad (۴)$$

قابلیت اطمینان یک سیستم توزیع بر حسب شاخص‌های قابلیت اطمینان بیان می‌شود. نتایج ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع در قالب شاخص‌های نقاط بار و کل سیستم ارائه می‌شود. جهت ارزیابی شاخص‌های قابلیت اطمینان لازم است که مدل شبکه مورد نظر تهیه شود. جهت تعیین این شاخص‌ها، باید کلیه اجزایی که به نوعی در معرض خرابی قرار دارند، مشخص شده و مورد بررسی قرار گیرند.

جهت ارزیابی شاخص‌های قابلیت اطمینان لازم است که مدل شبکه مورد نظر تهیه شود. جهت تعیین این شاخص-ها، باید کلیه اجزایی که به نوعی در معرض خرابی قرار دارند، مشخص شده و مورد بررسی قرار گیرند.برای ایجاد نمایی ملموس تر از وضعیت شبکه از شاخص‌های قابلیت اطمینان مرتبط با سیستم که رفتار کل فیدر را نشان می-دهند، استفاده می‌شود. انجمن برق ادیسون(EEI) و انجمن مهندسین برق و الکترونیک (IEEE) گستره وسیعی از شاخص های عملکرد را پیشنهاد کرده اند [۱].

نرخ خرابی و منحنی وان حمام

یک سیستم توزیع از هزاران عنصر همانند ترانسفورماتورها، مدارشکن‌ها، خطوط هوایی، کابل‌های زیر زمینی، کات اوت فیوزها و غیره تشکیل شده است. هر یک از این اجزا در کنار یکدیگر و با مشخصات منحصر بفرد خود قرار گرفته و شبکه توزیع را بوجود می‌آورند.از دیدگاه قابلیت اطمینان، همه اطلاعاتی که برای طراحی یک شبکه توزیع لازم هست در داخل جدول داده‌های المان توزیع وجود دارد. نیازی به گفتن نیست که مدل‌های اجزا برای قابلیت اطمینان سیستم توزیع حیاتی هستند.

مدل‌های ساده قابلیت اطمینان تنها مبتنی بر نرخ خرابی اجزا و مدت زمان تعمیر اجزا هستند. البته مدل‌های پیچیده از دیگر پارامترهای قابلیت اطمینان نیز استفاده می‌کنند. برخی از پارامترهای قابلیت اطمینان عناصر شبکه توزیع در زیر آورده شده است [۲]:

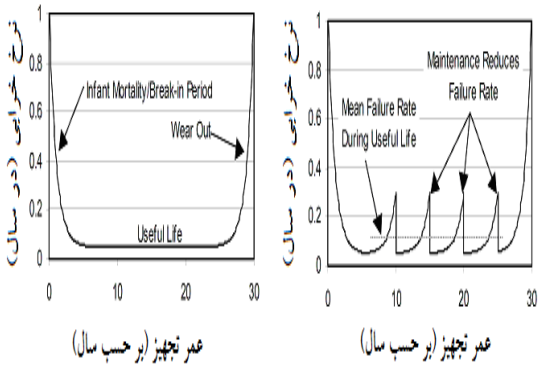
- نرخ خرابی دائمی اتصال کوتاه (λP)
- نرخ خرابی موقتی اتصال کوتاه (λT)
- نرخ خرابی مدار باز (λOC)
- مدت زمان تعمیر (MTTR)
- مدت زمان کلیدزنی (MTTS)
- احتمال خرابی بهره برداری (POF)
- تعداد تعمیرات برنامه ریزی شده (λM)
- مدت زمان تعمیر و نگهداری (MTTM)

معمولاً در مدل‌سازی پارامترهای قابلیت اطمینان از یک مقدار اسکالر استفاده می‌شود. برای مثال، یک ترانسفورماتور قدرت ممکن است با یک نرخ خرابی ۰،۰۳ در سال مدل-سازی شود. اگرچه این مقادیر عددی مفید هستند اما همه داستان این نبوده و نرخ خرابی اجزا به مرور زمان افزایش می‌یابند و مقداری ثابت ندارند. همچنین منطقی است که تجهیزات جدید در مقایسه با تجهیزات قدیمی کمتر دچار شکست شوند. اما تجهیزات جدید بخاطر آسیب‌های حمل و

نقل، نصب، نقص فنی مربوط به سازنده و غیره ممکن است دارای نرخ خرابی بیشتری باشند. به این دوره با نرخ خرابی زیاد، دوره مرگ و میر اولیه[۱] یا دوره شکست تجهیز[۲] گفته می‌شود. اگر تجهیز در این دوره زمانی سالم بماند، به احتمال قوی ایرادی از طرف سازنده نداشته و تجهیز بدرستی نصب شده است. و بعد از این وارد دوره‌ای شده است که به آن عمر مفید تجهیز گفته می‌شود و در این دوره دارای نرخ خرابی ثابت هست و می‌تواند با یک عدد ثابت مدل شود.زمانی که عمر مفید تجهیز تمام می‌شود، ثابت نرخ خرابی قبلی شروع به زیاد شدن می‌کند تا اینکه آن تجهیز فرسوده شود. به این دوره زمانی دوره فرسودگی تجهیز[۳] گفته می‌شود. نرخ خرابی تجهیز در این دوره بصورت نمایی افزایش می‌یابد. در دوره خرابی می‌توان تجهیز را جایگزین کرد.

منحنی که معمولا برای نمایش نحوه تغییرات نرخ خرابی استفاده می‌شود به منحنی وان حمام[۴] مشهور است (بخاطر شباهت به وان حمام). این منحنی با نرخ بالای خرابی‌ها آغاز شده (دوره مرگ و میر)، به یک نرخ خرابی ثابت کاهش یافته (عمر مفید) و دوباره نرخ خرابی‌ها افزایش می-یابند (دوره فرسودگی). نام دیگر منحنی وان حمام، تابع خطر وان حمام[۵] است. استفاده از اصطلاح "نرخ خطر" در ارزیابی‌های قابلیت اطمینان چیز معمولی بوده و برابر با نرخ خرابی عنصر است.

یک منحنی با جزئیات بیشتر که برای نمایش تابع خطر جزء استفاده شده است منحنی وان حمام دندانه ای[۶] است. بجای استفاده از یک ثابت نرخ خرابی در دوره زمانی عمر مفید، این منحنی از نرخ خرابی در حال افزایش استفاده می‌کند. این افزایش به فرسودگی عادی مربوط می‌شود، و می‌توان آنرا با تعمیرات دوره‌ای رفع کرد این کار همانند تعویض روغن در خودرو است. تابع وان حمام و تابع وان حمام دندانه ای در شکل زیر نشان داده شده است شکل (۲) .



شکل ۲- منحنی وان حمام استاندارد (چپ) و منحنی وان حمام دندانه ای (راست)

داده‌های قابلیت اطمینان اجزا

داده‌های قابلیت اطمینان اجزا یکی از جنبه‌های بسیار مهم در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع هست. بدون داده‌های خوب، پاسخ‌های بدست آمده توسط برنامه‌های کامپیوتری بسیار پیچیده و دشوار، بی پایه و اساس خواهند بود. البته بدست آودن اطلاعات دقیق نیز دشوار است.

در اینجا داده‌های قابلیت اطمینان اجزای مهم که توسط شرکت‌های توزیع برق، آزمایش‌های کارخانجات سازنده، سازمان‌های پیشرفته همچون IEEE و CIGRE همچنین نشریات و مجلات معتبر تایید شده یا بدست آمده آورده شده است. این مقادیر برای سیستم‌های توزیع ایالات متحده تعیین شده است و ممکن است برای هر سیستمی معتبر نباشد.

جدول (۱) مربوط به سیستم توزیع هوایی با ساختار شعاعی و در رنج ولتاژ ۵kV تا ۳۵kVهست که در زیر آورده شده است.

[۱] Infant mortality period
[۲] Equipment break-in period
[۳] Wear-out period of the equipment
[۴] Bathtub curve
[۵] Bathtubhazard function
[۶] Sawtooth bathtub curve

جدول (۱). داده‌های قابلیت اطمینان اجزای سیستم‌های توزیع هوایی

تجهیز (هوایی)	نرخ خرابی λ (در سال/مایل)			مدت زمان تعمیر r (ساعت)		
	زیاد	معمول	کم	کم	معمول	زیاد
مدار اصلی	۰,۰۲	۰,۱	۰,۳	۲	۴	۸
ترانسفورماتور هوایی	۰,۰۲	۰۱۶.	۰,۳	۲	۴	۸
سکسیونر	۰,۰۰۴	۰,۰۱۴	۰,۱۴	۱,۵	۴	۱۰
فیوز کات اوت	۰,۰۰۴	۰,۰۰۹	۰,۰۳	۰,۵	۲	۴
بازبند خط	۰,۰۰۵	۰,۰۱۵	۰,۰۳	۳	۴	۱۰
رگولاتور ولتاژ	۰,۰۱	۰,۰۲۹	۰,۱	۱	۴	۱۰

چون این تجهیزات در معرض شرایط جوی و غیره قرار دارند نتیجتا دارای نرخ خرابی‌های بالایی به نسبت سیستم زمینی خواهند بود. در عوض مدت زمان تعمیر برای آن‌ها کمتر خواهد بود چراکه خطایابی و رفع آن برای سیستم-های هوایی کمتر از سیستم‌های زمینی است.

جدول (۲) برای سیستم های زمینی آورده شده است. اگرچه بیشتر سیستم های توزیع از نوع هوایی هستند اما از سیستم های زمینی هم استفاده می‌شود.

جدول (۲).داده‌های قابلیت اطمینان اجزای سیستم های زمینی

کابل زیر زمینی	نرخ خرابی λ (در سال/مایل)			مدت زمان تعمیر r (ساعت)		
	زیاد	معمول	کم	کم	معمول	زیاد
کابل اولیه	۰,۰۰۳	۰,۰۷	۰,۵۸۷	۱,۵	۱۰	۳۰
کابل ثانویه	۰,۰۰۵	۰,۱	۰,۱۵	۱,۵	۱۰	۳۰
مفصل‌های زانویی	۰,۰۰۰۰۶	۰,۰۰۰۶	۰,۰۰۱	۱	۴,۵	۸
ترانسفورماتور	۰,۰۰۱	۰,۰۱	۰,۰۵	۴	۶,۵	۷,۸
سوییچ‌ها	۰,۰۰۱	۰,۰۰۳	۰,۰۰۵	۰,۸	۲,۵	۵

تحلیل آماری شاخص‌های قابلیت اطمینان

امور یک برق اردبیل

تعداد مشترکین: ۱۰۱۷۸۷ طول شبکه فشار متوسط: ۱۰۹۹,۵

جدول (۳).داده‌های قابلیت اطمینان برای امور یک اردبیل

	قبل از خط گرم	بعد از خط گرم
از تاریخ...تا تاریخ...	از ۹۱/۷/۱ تا ۹۱/۱۲/۲۹	از ۹۲/۷/۱ تا ۹۲/۱۲/۲۹
زمان خاموشی با برنامه	۱۱۱۸۶	۱۰۳۵۱
مقدار انرژی توزیع نشده با برنامه	۹۱,۳۱	۷۶,۴۸
مقدار انرژی تحویلی	۲۲۱۹۶۹	۲۱۸۸۷۹
SAIFI	۳۱,۰۵	۳۷,۰۵
SAIDI	۰,۰۵	۰,۰۵
CAIDI	۷۸۳,۲۱	۱۴۵۹,۶۳
CAIFI	۷,۸	۱۱,۷۳
نرخ انرژی تامین نشده	۰,۴۱۱۴	۰,۳۴۹۴
مدت زمان خاموشی به ازای هر مشترک در روزبه دقیقه	۲,۴۸	۱,۹۲
انرژی تامین نشده کل	۳۸۱,۹۰	۲۹۱,۸۵

امور دو برق اردبیل:

تعداد مشترکین:۱۳۱۷۸۷ طول شبکه فشار متوسط:۱۰۹۹,۵۸۹

جدول (۴).داده‌های قابلیت اطمینان برای امور دو اردبیل

	قبل از خط گرم	بعد از خط گرم
از تاریخ...تا تاریخ...	از ۹۱/۷/۱ تا ۹۱/۱۲/۲۹	از ۹۲/۷/۱ تا ۹۲/۱۲/۲۹
زمان خاموشی با برنامه	۱۳۳۴۰	۸۲۹۵
مقدار انرژی توزیع نشده با برنامه	۱۰۵,۲۹	۳۵,۲۶۱
مقدار انرژی تحویلی	۱۲۶۸۵۵	۱۵۶۴۸۹
SAIFI	۳۰,۱۷	۲۹,۱۶
SAIDI	۰,۰۵	۰,۰۳
CAIDI	۵۰۲,۲۷	۱۵۲۶,۶۷
CAIFI	۵,۲۸	۱۶,۴۸
نرخ انرژی تامین نشده	۰,۹۷۵۲	۰,۳۵۹۵
مدت زمان خاموشی به ازای هر مشترک در روزبه دقیقه	۳,۹۴	۲,۳۳
انرژی تامین نشده کل	۳۴۷,۶۰	۲۵۳,۲۹

شهرستان اردبیل (امورهای یک و دو):
تعداد مشترکین: ۱۰۱۷۸۷ طول شبکه فشار متوسط: ۱۰۹۹,۵۸۹

جدول (۵).داده‌های قابلیت اطمینان برای شهرستان اردبیل

بعد از خط گرم	قبل از خط گرم	
از ۹۲/۷/۱ تا ۹۲/۱۲/۲۹	از ۹۱/۷/۱ تا ۹۱/۱۲/۲۹	از تاریخ...تا تاریخ...
۱۸۶۴۶	۲۴۵۲۶	زمان خاموشی با برنامه
۱۳۲,۷۴	۲۱۵,۰۲	مقدار انرژی توزیع نشده با برنامه
۳۷۵۳۶۷	۳۴۸۸۲۴,۴	مقدار انرژی تحویلی
۳۳,۱۰۵	۳۰,۶۱	SAIFI
۰,۰۴	۰,۰۵	SAIDI
۱۴۹۳,۱۵	۶۴۲,۷۴	CAIDI
۱۴,۱۰۵	۶,۶۹	CAIFI
۰,۳۵۴۴۵	۰,۶۹۳۳	نرخ انرژی تامین نشده
۲,۱۲	۳,۲۱	مدت زمان خاموشی به ازای هر مشترک در روزبه دقیقه
۴۲۶,۰۵	۷۲۹,۵	انرژی تامین نشده کل

محاسبه صرفه‌جویی اقتصادی ناشی از اجرای عملیات خط گرم:

در ارزیابی اقتصادی و صرفه جویی ناشی از اجرای عملیات تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه شبکه به روش خط گرم از دو دیدگاه، درآمد مستقیم و انتفاع اقتصاد ملی موضوع بررسی می شود شایان ذکر است که اقدامات انجام یافته شش ماهه با عنوان عارضه لحاظ شده است:

درآمد مسقیم برای شرکت:

الف :ذخیره انرژی توزیع نشده

مقدار انرژی که به علت انجام تعمیرات بصورت خط گرم توزیع شده است:

۲۶۸۸۵۶۷۰۰=۸۸۶۰۰۰*۳۰۳/۴۵ مگا وات ساعت
(مقدار نرخ هر مگا وات ساعت حدود ۸۸۶۰۰۰ ریال در نظر گرفته شده است)

ب: عدم قطع بریکرها

۱-هزینه صرفه جویی حاصل از عدم قطع و وصل بریکرگازی و روغنی فیدر اصلی در پست فوق توزیع (هزینه هرقطع و وصل ۱۷۰۰۰۰ ریال)

۶۵۲۸۰۰۰۰=۱۷۰۰۰۰*۳۸۴

۲-هزینه صرفه جویی حاصل از عدم قطع و وصل سکسیونرگازی در شبکه (هزینه هر قطع و وصل ۱۲۵۰۰۰ ریال)

۱۲۰۰۰۰۰۰=۱۲۵۰۰۰*۹۶

ج: عدم تردد و مراجعه اکیپ قطع ووصل

۱- تعداد ترددهای صرفه جویی شده اتفاقات برای قطع و وصل و انجام عملیات اتصال زمین (در صورت انجام عملیات بصورت خط سرد لازم بود) (زمان هر رفت و برگشت یک ساعت)

۶۵۷۲ (۳۲۸۶ عارضه)

۲- درآمد ناشی از ترددهای صرفه جویی شده اتفاقات (هزینه هر تردد۲۰۰۰۰۰ریال) و هزینه پرسنل

۷۳۶۰۶۴۰۰۰۰=۱۴۰۰۰۰۰*۵۲۵۸=(۸۰٪)*۲*۳۲۸۶

ح: افزایش زمان اجرایی اکیپ اتفاقات

تعداد ترددهای صرفه جویی (زمان هر رفت و برگشت یک ساعت)

۶۵۷۲ (۳۲۸۶ عارضه)

روز کاری ۱۳۶= دقیقه ۱۹۷۱۶۰=۶۰*۳۲۸۶

با این شرایط در حقیقت اضافه شدن یک اکیپ اتفاقات جهت رسیدگی به خاموشی ها

د: عدم برقراری تماس با مرکز ۱۲۱

۱-تعداد تماس هایی که در اثر انجام عملیات خط گرم با فوریتهای برق ۱۲۱ انجام نشده است (به ازای هر مگا وات ساعت خاموشی حداقل ۲۰۰ مورد تماس نیاز است)

۲۸۱۴۰۰=۲۰۰*مگا وات ساعت۱۴۰۷

۲- در آمد صرفه جویی شده در اثر عدم تماس با سیستم ۱۲۱ (به ازای هر تماس ۱۵۰۰ ریال)

۴۲۲۱۰۰۰۰۰=۱۵۰۰*۲۸۱۴۰۰

ذ: صرفه جویی سوخت و عدم آلایندگی محیط زیست

با احتساب متوسط مسیر ۲/۵ کیلومتر برای هر مسیر و ۵ کیلومتر برای مسیر رفت و برگشت

مقدار مسیر طی شده =۳۲۸۶*۵=۱۶۴۳۰ کیلومتر

با احتساب متوسط سوخت خودرو در ۱۰۰ کیلومتر ۱۵ لیتر ، ۲۴۶۵ لیتر صرفه جویی سوخت سربی و عدم آلایندگی محیط زیست

انتفاع غیرمستقیم به اقتصاد ملی

برخورداری اقتصاد محلی از بابت عدم قطع برق

هزینه ایراد خسارت به اقتصاد ملی و خسارتهای عدم تامین برق :

(به ازای هر کیلووات ساعت انرژی برق تامین نشده ۲ دلار)

با توجه به اینکه استان اردبیل چندان صنعتی نمی باشد بطوریکه میزان مصرف تعرفه صنعتی ۱۷ الی ۱۸ درصد مصرف کل شرکت می باشد بنابر این ۷۰ درصد انرژی توزیع نشده محاسبه می شود.

۱۰۴۰۸۳۳۵۰۰۰=(۲۴۵۰۰*۲)*٪۷۰*۳۰۳۴۵۰ کیلو وات ساعت

(نرخ مبادله ای هر دلار ۲۴۵۰۰ ریال در نظر گرفته شده است)

کسر هزینه پرسنل خط گرم:

هزینه پرسنل (۲تکنسین و ۴ سیمبان و ۲ راننده) در ۶ ماه:

(که از کل هزینه های صرفه جویی شده کسر خواهد شد)

۱۴۴۰۰۰۰۰۰=۶ماه*۲۴۰۰۰۰۰۰=۸نفر*۳۰۰۰۰۰۰۰

سود حاصله :

محاسبه صرفه جویی اقتصادی ناشی از عملیات خط گرم از مهر ماه ۹۲ تا آخر اسفند۹۲

سود حاصله=انتفاع غیر مستقیم به اقتصاد ملی + درآمد مستقیم برای شرکت - کسر هزینه پرسنل

۸۷۸۲۷۶۹۹۰۰=۱۰۴۰۸۳۳۵۰۰۰+۹۱۸۱۹۳۴۹۰۰-۱۴۴۰۰۰۰۰۰

نتیجه گیری

یافته‌های این مقاله نشان داد که در صورت بکارگیری روش خط گرم در عملیات های بهره برداری می توان در مجموع شاهد کاهش حدود۴۰درصدی شاخص ENS (انرژی تامین نشده با برنامه) شد و میتوان ادعا داشت با استفاده از عملیات خط گرم و اقدامات موردی انجام یافته میتوان شاخص ENS را حتی به ۶۰ درصد نیز کاهش داد. چون با عملیات خط گرم، علاوه بر حداقل نمودن خاموشیهای خواسته، سهمی از خاموشیهای ناخواسته را نیز با رفع به موقع ایرادات به حداقل رساند. مقایسه شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه در طول شش ماه، قبل و بعد از شروع به کار اکیپ عملیاتی خط گرم با اطلاعات موجود در دیسپاچینگ توزیع تاثیر وجود اکیپ عملیات خط گرم را آشکار می سازد. کاهش شاخص‌های مدت زمان خاموشی با برنامه، مقدار انرژی توزیع نشده با برنامه، نرخ انرژی تامین نشده، انرژی تامین نشده کل و مدت زمان خاموشی به ازای هر مشترک در روز به دقیقه به میزان قابل توجهی ملموس بوده و مقایسه سایر شاخص‌ها نیاز به بررسی بیشتر دارد. ضمنا در مقاله حاضر علاوه بر بهبود شاخص های قابلیت اطمینان در مطالعات اقتصادی، کاهش شدید هزینه های اقتصادی ناشی از عملیات خط گرم به صورت درآمد مستقیم به شرکت و انتفاع غیر مستقیم اقتصاد ملی اثبات شد که اهمیت بسط و گسترش عملیات خط گرم را می رساند به امید روزی که در تمامی شرکت‌های توزیع علاوه بر به صفر رساندن خاموشی‌های خواسته، خاموشی‌های ناخواسته را نیز به حداقل برسانیم تا گامی مهم در اهداف ملی کشورمان برداشته باشیم.

منابع

[۱] "Overview of power system reliability assessment techniques" T. K. Varna, E. Johanson- Norvegian University of Science and Technology

[۲] R. Billinton, R. N. Allan "power system reliability in prespective" ۲nd Edition New York: Plenum Press; ۱۹۹۶

[۳] Rausnd, A.Hoyland "system reliability theory models, statistical methods and applications"

[٤] احسان اکبری "ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع در حضور تولیدات پراکنده". دانشگاه علوم و فنون مازندران

[٥] قاسم درخشان-فرامرز سپهری-حیدر علی شایان فر-محمد رضا سما کویی-محمد رضا علی محمدی "ارائه روشی جدید در انجام مطالعات قابلیت شبکه های توزیع با بستر نرم افزارهای GIS,PM". - دانشگاه علم وصنعت

[٦] عمادالدین قاضی-حمید فلقی-محمود رضا حقی فام-علی حسینی افضل "مدلسازی و بررسی نحوه تغییرات شاخصهای قابلیت اعتماد شبکه های توزیع در طول سال" - دانشگاه تربیت مهندس

[۷] داده های واحد دیسپاچینگ توزیع شرکت توزیع برق استان اردبیل

[۸] حمید حلمی – شهرام کامرانی- محمدحسین دیده بان – علیرضا علیزاده " وبهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم با اجرای عملیات خط گرم در شبکه توزیع شهر اردبیل"- شرکت توزیع نیروی برق اردبیل