بررسی علل معیوب شدن سرکابل های حرارتی فشار متوسط

" معیوب شدن سرکابل های حرارتی فشار متوسط " جزو مسائل و مشکلات مهم اکثر شبکه های توزیع فشار متوسط عمومی (شهری) و صنعتی به شمار می آید. این مسئله از زوایای گوناگون قابل بررسی است و عوامل متعددی می توانند منجر به معیوب شدن سرکابل های حرارتی گردند.

لذا ضمن جلب توجه کلیه مصرف کنندگان، مجریان، طراحان و انتخاب کنندگان اتصالات کابل به ویژه سرکابل های فشار متوسط به مقالات ارائه شده در بخش دانلودهای وب سایت شرکت شاهین مفصل در این زمینه (فایل های پیوست)، توجه همکاران محترم را به مقاله جامع و بسیار مهم شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان با عنوان بررسی علل معیوب شدن سرکابل های حرارتی فشار متوسط که در صفحات بعد آورده شده است نیز جلب می نماییم.

دیگر مقالات مرتبط :

- مقاله پیشگیری از عیوب سرکابل و مفصل
- مقاله حصول اطمینان از کیفیت سرکابل و مفصل
- مقاله آشنایی با ابزار نصب سرکابل و مفصل

* برای مطالعه مقالات پیوست روی نام آنها کلیک کنید *

بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی شبکه های توزیع نیروی برق
مشهد ۱۲، ۱۳ و ۱۴ اردیبهشت ۱۴۰۲
27th International
Conference on Electrical Power Distribution Networks

بررسی علت معیوب شدن سرکابل های حرارتی فشار متوسط به روش تحلیل ریشه ای علل (R.C.A) تا نقش آفرینی فناوری های نوین در پیشگیری از معیوب شدن سرکابلها در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان

رسول حلوائی دولت آبادی
کارشناس بهره برداری شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان
Rasoul.halvaie@gmail.com

سعید قربانی
رئیس بهره برداری امور برق منطقه ۹ شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان
S.n_ghorbani57@gmail.com

آرش گنجیان پور
رئیس گروه مدیریت بحران و پدافند غیر عامل شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان
Arjang51@yahoo.com

مهدی توکلی جبلی
کارشناس بهره برداری شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان
m.tavakoli2082@yahoo.com

رضا فولادی کلهرودی
کارشناس بهره برداری شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان
r.fooladi1364@gmail.com

چکیده
خاموشی‌های ناخواسته یکی از بزرگ ترین معظلات شبکه های برق می باشد. با توجه به اینکه یکی از مهمترین علل ایجاد خاموشی‌های ناخواسته در شبکه، اتصالی و معیوب شدن سرکابل ها می باشد، لیکن با مطالعه دقیق و بررسی آمارهای موجود می توان در کاهش خاموشی های ناشی از سرکابل موثرتر واقع شد. در این مقاله در ابتدا خاموشی های ناخواسته ناشی از معیوب شدن سرکابل در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۰ از سامانه حوادث و اتفاقات (۱۲۱) استخراج گردید و سپس به روش تحلیل ریشه ای علل (R.C.A) به تحلیل خاموشی های ناخواسته ناشی از سرکابل ها پرداخته و در ادامه به ارائه راهکارهای اصلاحی و ارائه‌ی روش های نوین جهت شناسایی و کاهش خاموشی های ناخواسته ناشی از معیوب شدن سرکابل پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: تحلیل ریشه علل، سرکابل فشار متوسط

۱. مقدمه

در صنعت برق به منظور اتصال کابل ها به شبکه هوایی از تجهیزاتی به نام سرکابل استفاده می شود که قادرند محل اتصال را در برابر رطوبت ، فشارهای میکانیکی و عوامل الکتریکی حفاظت کنند، سرکابل ها نقش مهم و کاربردی در صنعت برق و اتصالات ایفا می کنند. کابل ها با توجه ساختار درونی و تجهیزات جانبی خود در برخی موارد باعث بروز حوادث و خطاهای ناخواسته در سیستم توزیع می گردند. خسارات ناشی از خطا و خرابی در تجهیزات مهم شبکه نظیر کابل ها فقط منحصر به تعمیر و بازیابی آنها نیست. بلکه قطع سرویس در مدت تعمیرات تا بازگشت مجدد آنها به سرویس خسارات به مراتب سنگین تری را به شبکه تحمیل می کند. لذا بررسی و یافتن علل و عواملی که منجر به حوادث و خسارات به این تجهیزات می شوند ضروری است. مطالعات انجام شده بر روی حوادث کابلی نشان می دهد بیشترین عیب های پدیدار در کابل ها ، در ارتباط با مفصل ها و سرکابل ها می باشد. مطالعات شرکت مونتکو از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ میلادی در ۱۶۹ پست برق کشور عمان نشان می دهد که حدود ۱۰ درصد از ۶۷۰۰ خروج فیدرهای ۱۱ و ۳۳ کیلو ولت مربوط به خرابی کابل و سرکابل فشار متوسط می باشد [۱,۲].

در این مقاله ابتدا به کمک روش تحلیل ریشه ای علل () به تشریح معایب سرکابل های معیوب شده و سرکابل های نصبی پرداخته و نهایتاً به نقش آفرینی تکنولوژی های جدید در شناسایی سرکابل ها پیش از معیوب شده پرداخته شده است.

۲. تحلیل ریشه ای R.C.A

تکنیک تحلیل ریشه ای علل R.C.A یکی از مدل ها و تکنیک های منتخب مدیریت در تحلیل خاموشی ها می باشد. این روش برای تحلیل گذشته نگر اطلاعات به صورت سیستماتیک است که هدف آن تعیین علت یا دلایل اصلی خطا و تعیین ضعف در سیستم یا فرآیندهای مرتبط با آن خطا می باشد. رویکرد گذشته نگر تحلیل علل ریشه ای به طور گسترده جهت بررسی وقایع ناخواسته و حوادث به کار گرفته می شود. مراحل تحلیل ریشه ای را می توان به صورت خلاصه زیر بیان نمود :

تعیین واقعه ای که باید مورد تحلیل قرار بگیرد، سازمان دهی تیمی برای اجرای آن، جمع آوری اطلاعات لازم ، شناسایی مسائل و جستجوی علل وقوع واقعه ، ارائه راهکار ، اجرای راه حل ها و نوشتن گزارش تحقیق و ارزیابی می باشد. بنابراین تکنیک تحلیل علل ریشه ای R.C.A روشی است که جهت کشف خطاهای پنهان یک رویداد مورد استفاده قرار می گیرد و به صورت عمیق به بررسی نقایص سیستم و یا فرآیندها می پردازد [۳].

۳. دسته بندی سرکابل ها :

سرکابل های فشار متوسط از نظر محل استفاده به دو نوع داخلی و بیرونی تقسیم می شوند. امروزه انواع مختلفی از سرکابل ها در دسترس می باشد که هر کدام دارای مزایا و معایبی می باشند :

۱- سرکابل های حرارتی Heat Shrink
۲- سرکابل های سرد Cold Shrink
۳- سرکابل های فشاری Slip On
۴- سرکابل های پلاگین Plug-In
۵- سرکابل های کانکس Connex

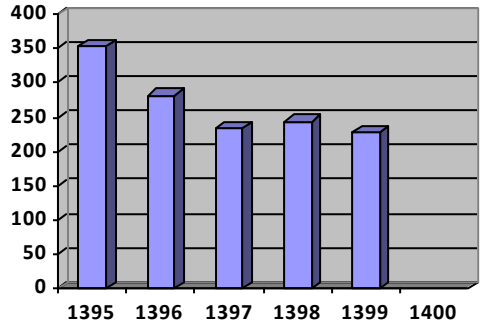
مهمترین وظایف سرکابل عبارتند از :

۱- اتصال کابل به تجهیزات شبکه های برق
۲- کنترل میدان الکتریکی
۳- جلوگیری از نفوذ رطوبت و آب به داخل سرکابل
۴- محافظت از شرایط محیطی
۵- محافظت از ترکینگ
۶- جلوگیری از تخلیه های الکتریکی
۷- دفع جریان های خزشی و جریان های القایی و گردابی به سیستم ارت.

۳. بررسی R.C.A خاموشی ناشی از سرکابل به کمک سامانه حوادث و اتفاقات شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان (۱۲۱)

در حال حاضر ، آمار سرکابل های معیوب شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ از سامانه حوادث و اتفاقات شبکه (سامانه ۱۲۱) استخراج گردیده است و همان گونه که در نمودار (۱) نشان داده شده است

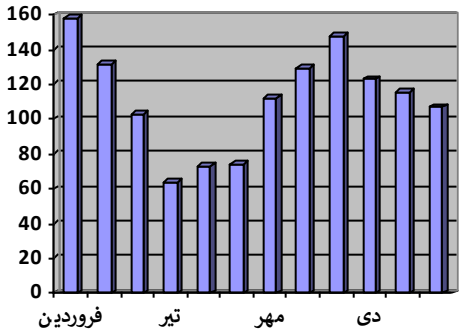
نرخ خرابی سرکابل ها در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مقایسه با سالهای دیگر بالاتر بوده است ولی در سال های بعدی نرخ خرابی به شدت کاهش یافته است و علت این موضوع را می توان در نقش آفرینی آموزش پرسنل نصاب سرکابل و مفصل جسجو نمود. چرا که در گذشته نحوه نصب سرکابل ها بدون رعایت ضوابط علمی و فنی و بدون آشنایی با روش های جدید نصب سرکابل ، از استاد به شاگرد منتقل می گردید، به همین خاطر همواره شاهد معیوب شدن سرکابل ها در شبکه فشار متوسط بوده ایم ولی در حال حاضر شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان اقدام برگزاری دوره های آموزشی جهت نصب سرکابل به ناظرین جهت کنترل و پیمانکاران جهت نصب نموده است. همچنین در راستای ردیابی سرکابل های نصبی ، اقدام به تهیه انبرهای برای هریک از پیمانکاران نموده است که پس از اتمام عملیات اجرایی ، پیمانکار اقدام به نصب مهر ویژه نصابین به همراه تاریخ می نماید و در پایان شناسنامه ای در هریک از امورهای اجرایی برای هریک از سرکابل ها تشکیل می گردد و بدین صورت میزان عمر مفید و علت تخریب سرکابل ها را از زمان نصب می توان مورد بررسی قرارداد و در این حالت خطای نیروی انسانی در زمان نصب سرکابل به حداقل ممکن کاهش می یابد.



نمودار (۱): تعداد سرکابل های معیوب از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰

در نمودار (۲) نرخ خرابی سرکابل های داخلی و هوایی در فصول مختلف از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ نشان داده شده است و همانگونه که مشخص می باشد نرخ خرابی سرکابل ها در زمان تغییر فصول نسبت به سایر ماه های دیگر بیشتر می باشد که این موضوع بیانگر اهمیت تغییرات جوی و محیطی در سرکابل زدگی می باشد. چرا که تغییرات دمایی در زمان تغییر فصول منجر به تغییرات دمایی تیوب های سرکابل و مفصل می گردد که این موضوع منجر به نفوذ هوا به داخل لایه های سرکابل و نهایتاً زمینه بروز پدیده یونیزاسیون و سرکابل زدگی فراهم می کند.

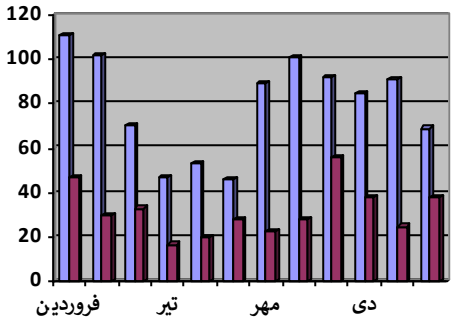
لیکن شایسته است در مناطقی که تغییرات دمایی سرکابل در زمان تغییر فصول زیاد می باشد از سرکابل های سرد به عنوان جایگزین مناسب سرکابل های حرارتی گرم استفاده شود. چرا که در سرکابل های سرد از سیلیکون که ماده ای نرم و دارای خاصیت ارتجاعی است، استفاده شده است. از این رو امکان نفوذ رطوبت ، هوا و گرد و غبار در این سرکابل ها وجود ندارد.



نمودار (۲): گزارش تعداد سرکابل های معیوب در ماه های مختلف از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰

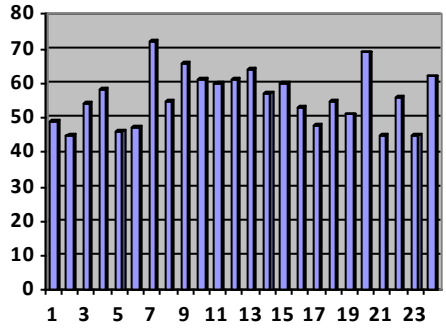
در نمودار (۳) نرخ خرابی سرکابل های داخلی و هوایی از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ نشان شده است و همان گونه که دیده می شود نرخ خرابی سرکابل های هوایی خیلی بیشتر از سرکابل های داخلی می باشد و علت این موضوع را می توان در آلودگی سرکابل ها دانست. چرا که ذرات معلق در هوا مانند دود، گرد و غبار، نمک و املاح و ... می تواند منجر به خرابی زودرس سرکابل ها شوند. مقدار آلودگی از نکات بسیار مهمی است که در استقامت عایقی بیرون سرکابلها نقش بسزایی دارد زیرا در صورت نفوذ آلودگی به داخل سرکابل ها، موجب معیوب شدن سرکابل ها می گردد. در صورتی که میزان آلودگی بالا باشد و فاصله خزشی سرکابل ها با منطقه مورد استفاده، رعایت نشده باشد باعث شکست روی سطح خارجی سرکابل و در نتیجه باعث ایجاد قوس و تخریب تدریجی سطح خارجی سرکابل می گردد.

همچنین سرکابل های داخلی به دلیل قرار گرفتن در کوبیکل ها دارای آلودگی و نرخ خرابی کم تر نسبت به تعداد سرکابل های هوایی می باشند.



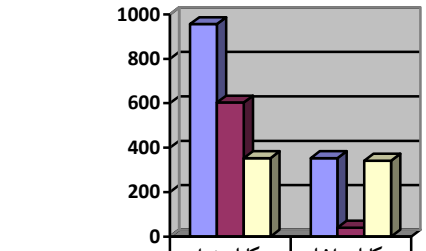
نمودار(۳): گزارش تعداد سرکابل های معیوب داخلی و هوایی در ماه های مختلف از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰

در نمودار (۴) نرخ خرابی سرکابل های معیوب را از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ در ساعات مختلف شبانه روز نشان می دهد و همان گونه که مشاهده می شود در ساعات اولیه روز نرخ خرابی سرکابل ها نسبت به سایر ساعات شبانه روز بیشتر می باشد و علت این موضوع مربوط به تشکیل شبنم در ساعات ابتدای روز می باشد همچنین در ساعت ۲۰ نرخ خرابی سرکابل ها بیشتر از ساعات دیگر می باشد و علت این موضوع مربوط به تغییرات بار در ابتدای شب می باشد.



نمودار (۴): تعداد سرکابل های معیوب در ساعات مختلف شبانه روز از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰

در شکل نمودار (۵) نرخ خرابی سرکابل های داخلی و هوایی به علت عدم یا وجود ارت از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ نشان داده شده است و همان گونه که مشاهده می شود سرکابل هایی که فاقد ارت می باشند نرخ خرابی به مراتب بالاتری از سرکابل هایی که دارای ارت هستند ، می باشد.



	سرکابل هوایی	سرکابل داخلی
تعداد سرکابل معیوب	956	353
تعداد سرکابل معیوب دارای ارت	603	41
تعداد سرکابل معیوب فاقد ارت	353	342

جدول و نمودار (۵): وضعیت ارت سرکابل ها از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰

از آنجایی که یکی از پارامترهای تاثیر گذار در جلوگیری از خرابی سرکابل ها وجود ارت سرکابل می باشد با توجه به بررسی های صورت پذیرفته مشخص گردیده است نرخ خرابی سرکابل های دارای ارت به مراتب کمتر از سرکابل های می باشد که فاقد ارت هستند. زیرا در صورت عدم وجود ارت در طرفین سرکابل ها یک جریان گردشی در شیلد سرکابل ها ناشی از القای ولتاژ از هادی اصلی کابل در شیلد سرکابل ها ایجاد می گردد و در صورتی که شیلد سرکابل ها در طرفین یا یک طرف سرکابل زمین نشده باشند ، این موضوع منجر به گرم شدن عایق کابل و نهایتاً پیری عایق کابل را به همراه خواهد داشت. لذا در دراز منجر به خرابی کابل ها می گردد.

از طرفی در بند ۳۵۲ استاندارد سیستم زمین شبکه های توزیع توانیر ، اینگونه تکلیف شده که در سیستم های مثلث با زمین مصنوعی مانند توزیع در ولتاژ ۱۱ ، ۳۳ ، ۲۰ کیلو ولت ، مقاومت هر یک از الکترودهای مصنوعی نسبت به جرم کلی زمین نباید از ۲۵ اهم بیشتر باشد. این استاندارد تاکید می کند که اگر مقاومت یک الکترود انفردای از ۲۵ اهم بیشتر باشد باید از دو یا چند الکترود موازی استفاده شود. لذا لازم است مقاومت ارت سرکابل های فشار متوسط کمتر از ۲۵ اهم باشند.

از آنجایی که شرکت های توزیع موظفند حداقل سالی یکبار نسبت به اندازه گیری مقاومت و بازرسی چشمی الکترودهای زمین اقدام نمایند. در این راستا شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان اقدام به اندازه گیری ارت سرکابل

ها نموده است و با توجه به بررسی های صورت گرفته بر روی سرکابل های جدول و نمودار (۵) محرز گردید است تقریباً قریب به ۹۲ درصد از سرکابل های معیوب شده دارای مقدار ارتی بیش از ۲۵ اهم بوده اند. لذا این موضوع بیانگر اهمیت مقدار مقاومت سیستم زمین در نرخ خرابی سرکابل ها می باشد.

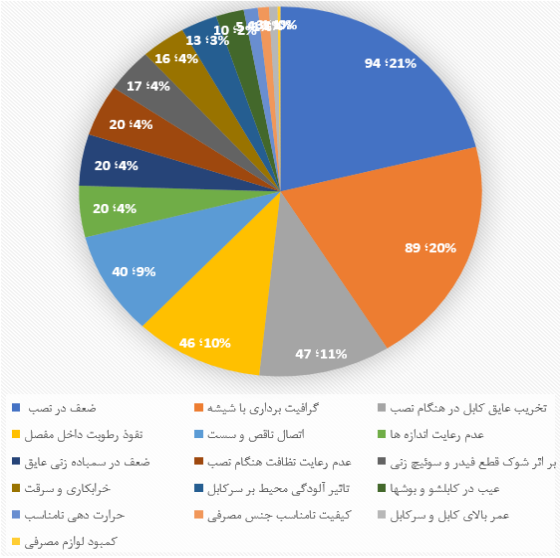
از طرفی با بررسی های صورت گرفته در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان مشخص گردیده است که مقاومت ویژه خاک نقش بسزایی در اهم سرکابل ها دارد. به عنوان مثال دو منطقه را در نظر بگیرد که دارای مقاومت ویژه خاک متفاوت باشند ، در این صورت سرکابل های که در این مناطق واقع شده اند و چنانچه از یک متد برای نصب ارت سرکابل ها استفاده شوند ، مثلاً ارت کوبشی در این صورت مقاومت دیده شده در این دو منطقه با یکدیگر متفاوت خواهد بود و این موضوع به تدریج و گذر زمان باعث می شود سرکابلی که در منطقه با مقاومت ویژه خاک بالاتری واقع شده است سریع تر از سرکابلی که در منطقه با مقاومت ویژه خاک کمتری قرار دارد معیوب گردد. لذا شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان اقدام به تهیه اطلس مقاومت مخصوص خاک به همراه ارائه طرح های تیپ اتصال زمین مناسب با مناطق مختلف نموده است که این موضوع منجر شده است که نرخ خرابی سرکابل ها در گذر زمان کمتر شوند.

۴. بررسی R.C.A سرکابل های معیوب شده در شبکه

در شکل (۱) نمایی از یک استند آموزشی مرتبط با معایب سرکابل و مفصل نشان داده شده است که در این استند سعی شده است از قسمت های شایع معیوب شده سرکابل و مفصل نمونه هایی تهیه شود و در اختیار سایرین جهت اطلاع و آموزش نفرات قرار گیرد.

شکل (۱) : نمایی از یک استند آموزشی جهت تشریح معایب سرکابل و مفصل

در شکل (۲) تحلیل ریشه ای تعداد زیادی از سرکابل های معیوب شده انجام شده است و همان گونه که نتایج نشان می دهد درصد بالایی از خرابی سرکابل ها در گذشته مربوط به برداشتن گرافیت از روی سطح عایق توسط شیشه و ضعف در نصب (برداشتن بیش از حد عایق از روی کابل) می باشد.



شکل (۲) : کالبد شکافی تعدادی سرکابل معیوب

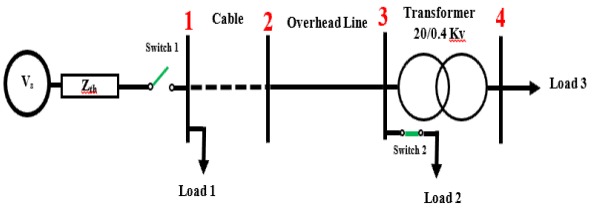
در حال حاضر موارد رایج خطاهای سرکابل توسط نصابین عبارتند از :

۱. عدم رعایت دستورالعمل نصب مطابق دفترچه راهنما
۲. اندازه گیری های نادرست
۳. استفاده از ابزار نامناسب
۴. آسیب رساندن به عایق کابل در زمان گرافیت برداری
۵. عدم برداشت کامل گرافیت از روی سرکابل
۶. حرارت دهی نامناسب تیوب ها
۷. عدم نظافت سطح عایق کابل توسط پدهای الکلی از پیش تهیه شده در کیت سرکابل ها
۸. استفاده از کیت های سرکابل تاریخ گذشته
۹. موارد دیگر

۵. تاثیر اضافه ولتاژها در دوام و عمر عایقی سرکابل ها

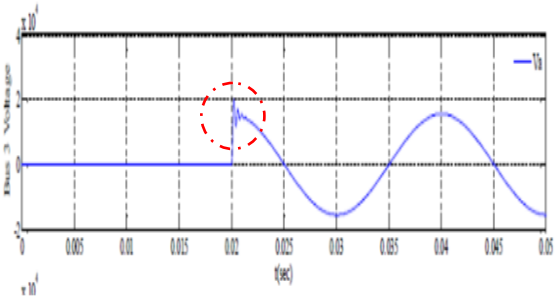
اضافه ولتاژهای موجود در شبکه در اثر عوامل مختلفی از قبیل کلید زنی ، تغییرات بار ، بانک های خازنی و ... ممکن است در شبکه فشار متوسط به وجود آیند. لذا این اضافه ولتاژها به عنوان تهدیدی جدی برای ایزولاسیون سرکابل ها محسوب می شوند. در حال حاضر در شرکت های توزیع برای دمپ این اضافه ولتاژها از برقگیر بر روی سرکابل ها استفاده می شود. از طرفی برقگیرها ادواتی هستند که به صورت موازی در شبکه قدرت و با هدف ایجاد یک مسیر کم امپدانس در برابر اضافه ولتاژها و محدود کردن آنها به مقادیری کمتر از سطح عایقی تجهیزات نصب می گردند. این در شرایطی است که برقگیرها در شرایط عادی ولتاژ شبکه باید مثل مدار باز عمل کنند. این امر نیازمند غیر خطی بودن مشخصه برقگیر می باشد.

در شکل (۳) نمایی از یک سیستم چهار باسه نشان داده شده است که دارای دو کلید S1و S2 می باشد و لحظه کلید زنی S2 بر روی سرکابل نشان داده شده است.



شکل (۳) : دیاگرام تک خطی یک سیستم چهار باسه

با توجه به شکل (۴) در اثر حضور برقگیر در پست ها دامنه اضافه ولتاژ گذرای ناشی از کلید زنی به حدود ۲ پریونیت می رسد، بنابراین با توجه به آنکه دامنه بسیاری از گذراهای کلیدزنی مشاهده شده در حدود ۲۵ کیلو ولت است، نصب برقگیر کمک چندانی به حذف این گذراها نمی کند. علاوه بر این در صورتی که برقگیر بر روی سرکابل ها نصب شود و برقگیر مربوطه دارای ریزش باشد این موضوع منجر به برقدار شدن شیلد سرکابل می گردد و رفته رفته می تواند منجر به خرابی زودرس سرکابل ها نیز گردد.



شکل (۴) : موج کلید زنی بر روی سرکابل فشار متوسط

۶. روش های شناسایی نقاط دارای تخلیه های جزئی در پیشگیری از خرابی سرکابل ها

در حال حاضر چندین روش برای شناسایی سرکابل های معیوب وجود دارد که روش اول معطوف است به استفاده از دستگاه های P.D که از طریق این دستگاه ها می توان تخلیه های جزئی حادث شده در سرکابل ها را شناسایی نمود و تنها عیبی که این روش دارا می باشد آن است که دستگاه هوشمند P.D در بستر GSM ساخته نشده است ، لیکن جهت شناسایی سرکابل های معیوب لازم است بازدید دوره ای و مستمر از تجهیزات انجام پذیرد ولی در حال حاضر روش دوم که به خوبی در سطح شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان به پاسخگویی رسیده است ، استفاده از فناوری های نوین اندازه گیری دمای شیلد سرکابل می باشد ، چرا که اغلب خرابی سرکابل ها تقریباً قریب به ۹۴٪ از خرابی ها مربوط به محل مچی سرکابل می باشد و با استفاده از اندازه گیری دما در این نقطه می توان از خرابی پیش از موعد سرکابل ها پیشگیری نمود.

۷. نقش آفرینی فناوری های نوین در شناسایی سرکابل های در شرف عیب

در حال حاضر شناسایی سرکابل های معیوب کار بسیار سخت و دشواری می باشد ، لذا شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان اقدام به ساخت دستگاهی جهت اندازه گیری درجه حرارت سرکابل ها (سنسور حرارتی شیلد سرکابل ها) نموده است و نظر به همین این موضوع که اکثریت سرکابل ها در نقاط مچی معیوب می گردند لذا دستگاه مربوطه دمای شلید سرکابل را در قسمت مچی سرکابل اندازه گیری می نماید و زمانی که دمای شیلد سرکابل در مقایسه با فازهای کناری و محیط اطراف افزایش یابد ، خود نشان دهنده معیوب شدن سرکابل

مربوطه مـی باشـد. در شـکل (۵) و (۶) نمونـه ای از ایـن دستگاه نصب شده بر روی سرکابل های هوایی نشـان داده شده است.

شکل (۵): شمای دستگاه سنسور سرکابل

شکل (۶): نصب دستگاه بر روی سرکابل های داخلی

شکل (۷): ترموگرافی سرکابل در شرف خرابی

با توجه به شکل (۷) یک دستگاه سرکابل در شـرف عیـب توسط دستگاه سنسور سرکابل شناسایی شـده و از طریـق دوربین گرمانگاری (ترموویژن) این موضوع اثبـات گردیـده است.

در شکل (۸) نمایی از یک سیستم هوشمند انـدازه گیـری دمای شیلد سرکابل در بستر GSM نشان داده شده اسـت و قادر می باشد دمای سرکابل ها را بـه صـورت لحظـه ای رصد نمود.

شکل (۸): نصب دستگاه بر روی سرکابل های هوایی

در شکل (۹) زیر نتایج حاصل از نصب سنسور حرارتی را بر روی سرکابل ها را نشان می دهد و همان گونه که دیده می شود اختلاف دمایی بین شیلد سرکابل فاز S با سایر فازها در ساعات مختلف شبانه روز زیادتر می باشد، این فاز مستعد معیوب شدن می باشد ، لذا می توان با برنامه ریزی نسبت به تعویض این سرکابل اقدام نمود.

شکل (۹): تغییرات دمای شیلد سرکابل

در حال حاضر دستگاه مربوطه در نقاط مختلف شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان که دارای پتانسیل بالا جهت معیوب شدن سرکابل ها می بوده اند نصب گردیده است و نتایج حاصله از نصب عملیات اجرایی این دستگاه نماینگر این موضوع می باشد که خاموشی های ناخواسته ناشی از سرکابل به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. از مزایای دستگاه مربوطه می توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱. تجربه نشان داده است که حتی اگر ما برای مدت زمان کوتاهی از این دستگاه استفاده کنیم می توان به نتایج قابل قبولی در پیشگیری از خرابی سرکابل ها رسید.
۲. می توان تغییرات دمایی شیلد هر یک از سرکابل ها را رصد نمود.

۳. قابلیت پورتابل بودن دستگاه که به راحتی می توان آن را از نقطه ای به نقطه دیگر به سهولت و بدون نیاز به خاموشی انتقال داد.
۴. قابلیت GSM بودن دستگاه امکان مانیتورینگ آنلاین دمای شیلد سرکابل ها را در هر لحظه فراهم نموده است.
۵. به علت اشغال فضایی بسیار کم توسط دستگاه ، آن را می توان در مکان هایی که فاصله سرکابل ها از یکدیگر بسیار کم می باشد ، نصب نمود.

۸. اقدامات پیشگرانه جهت جلوگیری از معیوب شدن سرکابل ها :

جهت کاهش خطای اتصالی سرکابل ها و در نتیجه کاهش خاموشی های ناخواسته و همچنین انرژی توزیع نشده ، متوان راهکارهایی زیر را پیشنهاد نمود :

۱. نظارت دقیق بر نحوه نصب سرکابل ها
۲. استفاده از سرکابل ها با کیفیت مناسب و مطابق با وندور لیست مورد تایید شرکت های توزیع
۳. تجزیه تحلیل دقیق علت معیوب شدن سرکابل ها و ارائه راهکارهای مناسب
۴. برگزاری دوره های آموزشی ویژه نصابین و ناظرین جهت بهبود فرایند نصب سرکابل ها
۵. ملزم کردن نصابان سرکابل به استفاده از دستگاه گرافیت بردار به منظور یکنواخت سازی لایه نیمه هادی از روی عایق کابل و همچنین استفاده از دستگاه عایق بردار جهت برداشتن اصولی عایق کابل.
۶. شناسایی سرکابل هایی که مکررا در معرض آسیب می باشند و جایگزین نمودن انها با سرکابل های سرد
۷. بررسی تعدادی سرکابل سالم و ارائه راهکارهای مناسب
۸. اندازه گیری ارت سرکابل ها و در صورت لزوم احداث ارت جدید با توجه به اطلس جغرافیایی ارت تهیه شده در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان
۹. تهیه شناسنامه برای هریک از سرکابل ها
۱۰. برگزاری جلسلت هم اندیشی و تجزیه تحلیل خاموشی ها ناشی از سرکابل
۱۱. استفاده از دستگاه سنسور سرکابل جهت شناسایی وضعیت دمای شیلد سرکابل ها
۱۲. در زمان معیوب شدن یکی از سرکابل ها ، دو سرکابل های کناری دیگر تعویض گردند.
۱۳. تجهیز پیمانکاران مختص نصب سرکابل و مفصل در شبکه های توزیع

۹. نتیجه گیری

در حال حاضر خاموشی های ناخواسته ناشی از سرکابل ها یکی از بزرگ ترین معظلات شرکت های توزیع می باشد و عوامل مختلفی منجر به خرابی این سرکابل ها می شود که در این مقاله به کمک تکنیک تحلیل ریشه ای R.C.A عوامل ناشی از خرابی سرکابل ها بررسی شده و سپس به نقش آفرینی فناوری های نوین در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان در شناسایی سرکابل های در شرف عیب اشاراتی گردیده است و همان گونه که از نشان داده شد به کمک این تکنولوژی می توان خاموشی های ناخواسته ناشی از سرکابل ها را به حداقل رساند.

۱۰. منابع

[۱] آرش گنجیان پور ، افشین سهرابیان. « تجربیات شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان در خصوص کاهش خاموشی های ناشی از عیب در سرکابل با نظارت بر اجرای نصب سرکابل فشار متوسط » هفتمین کنفرانس منطقه ای سیرد، استان تهران، ایران، بهمن ماه ۱۳۹۸

[۲] Barghandan.A and Saffari. S, “Failure mode and effects analysis for MV XLPE cable systems,” PSE 29, 2014.

[۳] Majumdar, Arnab. "Root cause analysis of red color band appeared on multi core MV XLPE insulation." In 2012 IEEE 10th International Conference on the Properties and Applications of Dielectric Materials, pp. 1-4. IEEE, 2012.