Archive of SID

International Conference on
RESEARCH IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING
15 December 2016 Singapore www.receconf.com سنگاپور ۲۵ آذر ۱۳۹۵
کنفرانس بین المللی پژوهش در مهندسی برق و کامپیوتر

بررسی و تحلیل خاموشی ها و قابلیت اطمینان بهره برداری در شبکه فشار متوسط (مطالعه موردی شرکت توزیع برق گیلان امور شهرستان ماسال)

علی حقیقت
اداره برق- شرکت توزیع برق گیلان
Haghighat_1355@yahoo.com

جمشید طالبی
اداره برق-شرکت توزیع برق گیلان

چکیده

برای تامین شناخت رشدآتی و جوابگویی به تقاضای روز افزون مصرف انرژی الکتریکی با هدف بهینه سازی اقتصادی با استفاده از آمارحوادث شبکه می تواند زمینه های لازم را فراهم نموده و در بهره برداری ها مورد توجه قرار داد. معیارهای بهره برداری را می توان در طراحی و توسعه شبکه بطور بهینه استفاده قرار داد که از نظر اقتصادی بسیار کم هزینه خواهد بود. در این مقاله به بحث در خصوص آمارهای اتفاقات شبکه و تاثیرات شرایط آب و هوایی منطقه در عملکرد تجهیزات و خطوط که در امور توزیع برق شهرستان ماسال حادث گردیده ،پرداخته و پیشنهادات جهت سرویس و بهره برداری مناسب ارایه شده است.در این مقاله با توجه به تجارب علمی و عملی چندین ساله ملزومات بهره برداری و برنامه ریزی روشهای تعمیرات برروی شبکه های توزیع برق با توجه به نیاز جامعه و مشترکین برق با در نظر گرفتن پارامترهای استاندارد و اقتصادی که از اهم وظایف و اهداف شرکتهای توزیع جهت جلب رضایت مشترکین از صنعت برق می باشد بررسی شده است.

واژگان کلیدی: انرژی ، اتفاقات ،برق ، تعمیرات ، حوادث

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه:

از دیر باز هر کجا که سخن از تولید به میان آمده است عناصر تشکیل دهنده آن یعنی سرمایه ،مواد اولیه ، و نیروی کار مورد توجه بوده است.اهمیت بهره برداری صحیح و تعمیرات به موقع برای همه متخصصان صنعت برق روشن است بدیهی است که با اعمال مدیریت تعمیرات از میزان کار افتادگی تجهیزات شبکه و خاموشی برق کاسته و امکان بهره برداری بهینه مهیا می گردد.وجود خطرات جانی فراوان در بهره برداری برای کارکنان مانند(برق گرفتگی،افتادن از ارتفاع ، و...)نیاز به نگهداری تجهیزات شبکه و همچنین رعایت اصول ایمنی را الزامی می سازد. از دید فنی وظیفه سیستم توزیع عبارت است از دریافت سیستم انرژی از سیستم انتقال و تحویل آن به مصرف‌کنندگان نهایی با حفظ کیفیت مطلوب (ازنظر ولتاژ فرکانس هارمونیک‌ها و غیره) و نیز سطح مناسبی از قابلیت اطمینان (یعنی تعداد و مدت‌زمان خروجی‌ها در حد معقولی پایین باشد.) انجام این وظیفه به‌صورت اقتصادی کاملاً دشوار است به‌خصوص در سطح ولتاژ پایین و در مناطق روستایی زیرا معمولاً سیستم دارای ساختار شعاعی با خطوط هوایی است که در معرض شرایط محیطی قرار داشته و ازاین‌رو دچار خرابی‌های متعدد و طولانی می‌شود. شاید در ظاهر به نظر برسد که گسترش تولیدات محلی راه‌حل مناسبی برای مشکل خاموشی‌ها در سیستم‌های فوق‌الذکر است اما باید توجه داشت که گرچه موضوع به لحاظ نظری و در برخی موارد ازنظر عملیدرست است ولی وجود این محدودیت‌های فنی و عملیاتی و نیز ملاحظات مربوط به ایمنی این سیستم‌ها موجب می‌شود که به‌راحتی نتوان دراین‌باره اظهارنظر و تصمیم‌گیری کرد [اکبری،۱۳۹۲]

روش‌های متعددی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع مطرح شده است که تقریباً اساس همه آن‌ها بر دو روش اصلی تحلیلی و شبیه‌سازی استوار هستند.در روش‌های تحلیلی که کاربرد فراوانی در مطالعات مهندسی قابلیت اطمینان سیستم‌های توزیع دارند، فیدر و تجهیزات مربوطه در قالب ریاضی به‌صورت اجزای سری یا موازی مدل می‌شوند و شاخص‌های مربوطه در زمان نسبتاً کوتاهی محاسبه می‌شوند. مهم‌ترین روش‌های تحلیلی، روش مارکوف، مد خطا و آنالیز اثر آن روش حداقل کات ست و روش آنالیز درخت حوادث می‌باشد.در خصوص روش‌های مبتنی بر شبیه‌سازی، شیوه‌های متنوعی برای ارزیابی قابلیت اطمینان مطرح شده است که کمابیش به شبیه‌سازی مونت‌کارلو مرتبط است .درروش مونت‌کارلو محاسبات قابلیت اطمینان با استفاده از شبیه‌سازی پیاپی یک عمل واقعی با رفتار تصادفی در سیستم انجام می‌شود .در این روش به علت ماهیت تصادفی مسئله، تعداد وقوع خطا، زمان بین خطاها، مدت‌زمان بازیابی بار و ...می‌تواند از هر سطح یا تعدادی برخوردار باشد .ارزیابی مبنی بر این روش‌ها نیاز به‌صرف زمان زیادی دارد. .[فلاقی و همکاران،۲۰۰۵؛ آکرمن و همکاران ،۱۹۹۳] یکی از تدابیر افزایش قابلیت اطمینان در طراحی و بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع، کاهش زمان بازیابی سیستم پس از وقوع خطا است.در بخش توزیع برق الکتریکی از یک دیدگاه شبکه به سه بخش خطوط زمینی و خطوط هوایی و خطوط توزیع با استفاده از کابلهای خودنگهدار تقسیم میگردد و هر یک دارای محاسن و معایب و بهره برداری ،تعمیرات و نگهداری خاص خود را دارد.

با توجه به آمارهای موجود سالیانه در شرکت توزیع برق گیلان و سامانه اتفاقات شهرستان عوامل مهم و اصلی عیوب شبکه توزیع شهرستان عبارتند از :[نرم افزار حوادث،۱۳۹۵]

- قطع فیدر بعلت عملکرد وسایل حفاظتی
- عیوب گذرا
- قطع و پارگی فازهای خطوط هوایی
- قطع خطوط کابلی و زمینی
- شرایط نامناسب آب و هوایی
- عیوب تجهیزات از جمله(کات اوت فیوز،سیکسونر، سرکابل ، مفصل ، جمپر ،)

.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱) خاموشیهای امور ماسال به تفکیک عوامل قطع(۱۳۹۲-۱۳۹۵)

ردیف	نوع عیب	از سال ۱۳۹۲ لغایت پایان تیر ۱۳۹۵	انرژی توزیع نشده mwh
۱	قطع فیدربعلت عملکردوسایل حفاظتی	۱۲۵	۳,۰۸
۲	عیوب گذرا	۱۵۳	۷,۳۴
۳	قطع و پارگی فازهای خطوط هوایی	۲۷۱	۳,۳۵
۴	قطع خطوط کابلی و زمینی	۲۳	۰,۶۲
۵	شرایط نامناسب آب و هوایی	۱۰۰۴	۱۰,۳۷
۶	عیوب تجهیزات از جمله(کات اوت فیوز،سیکسونر، سرکابل ، مفصل ، جمپر ،)	۲۰۰	۸,۰۶
	انرژی توزیع نشده (mwh)		۲۳,۸۲

در ادامه عیوب مربوطه بررسی و جهت کاهش هزینه های بهره برداری و کاهش زمان خاموشیهای شبکه فشار متوسط به پیشنهادات خواهیم پرداخت.

۱- قطع وسایل حفاظتی

در اثر تزریق بیش از حد مجاز جریان در فیدرکه به دلایل مختلف ایجاد می شود جریان جاری شده در خط فشار متوسط منجر به قطع تجهیزات حفاظتی می گردد که این عوامل به سه بخش زیر تقسیم می شوند:

الف –شبکه های هوایی

در خطوط هوایی عواملی مانند برخورد پرندگان به شبکه و یا افتادن اجسام روی شبکه ، پانچ مقره ها ، برخورد فازها به هم دیگر ، جدا شدن اصلی مقره و برخورد به کراس آرم از عوامل اصلی قطع فیدر می باشند. از دیگر عواملی که می توان نام برد مربوط به ترانسهای هوایی و برخورد حیوانات به بوشینگها و سرکابلهای ترانسها ، اتصالات داخلی سرکابلها به دلیل عدم سرکابل بندی مناسب ، عدم لجن زدایی مناسب برای ترانسهای با طول عمر بالای ۲۰ سال ، عدم سرویس و تعمیرات به موقع ترانسهای هوایی و زمینی و همچنین عدم تست عایقی به موقع روغن های تانک ترانس می تواند در بهره برداری مناسب از خطوط فشار متوسط تاثیر گزار بوده و درهزینه های انرژیهای توزیع نشده بسیار اثر گزار باشد.

ب-خطوط زمینی

در شبکه های زمنی به دلیل عدم دسترسی آسان معمولا عیوب دیرتر و با فاصله زمانی بیشتر قابل تشخیص و رفع می باشد این عوامل عبارتند از :پوسیدیگی و قدیمی بودن زره بیرونی کابلها ، نفوذ آب به داخل کابلها از مفصل و یا نقاط آسیب دیده وبرخورد بیل مکانیکی در حین حفاری ادارات و سازمانهای دیگر بدون توجه به علایم

روش های پیشنهادی :

۱-در خطوط هوایی در زمان طراحی بدترین شرایط آب و هوایی محاسبه و در زمان اجرا مد نظر قرار می گیرد یعنی حداکثر دما و با توجه به شرایط جغرافیایی منطقه حداکثر رطوبت و بارندگی را در نظر گرفته و محاسبه می شود همچنین جهت تنظیم فواصل فازها با توجه به باد خیز بودن منطقه در فصول پاییز و زمستان از کنسولهای مناسب و نصب در ارتفاع مناسب از راس تیر باعث گردیده که نیاز کمتر به اسپیسرهای فشار متوسط باشد و در طول اسپن های طولانی نیز از اسپیسر استفاده گردیده است.

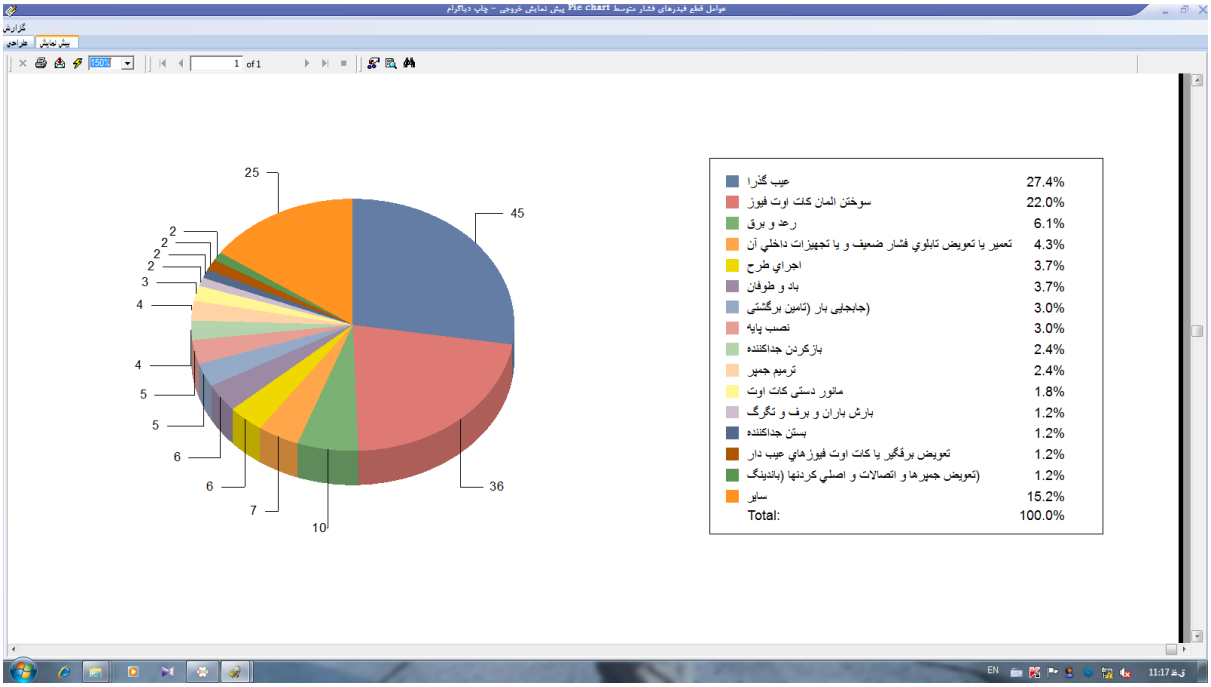
۲- پانچ وشکسته شدن مقره ها در اثر کثیف شدن از دیگر اتصالیهای خطوط می باشد که در همین راستا سرویسهای روتین دوره ایی و بازدیدهای ترموگرافی بنحو چشمگیر از خاموشیهای کاسته شده است..

۳-در مورد کابلها می توان گفت که جریان مجاز کابل با توجه به شرایط کابلکشی و شرایط زمین و آب و هوایی کم می شود بعنوان مثال وجود اجسام نوک تیز و سنگ در اطراف کابل به مرور زمان باعث آسیب دیدگی پوشش زرهی کابل گردیده که با رعایت اصول و استانداردهای لازم در حین کابلکشی این نقیصه برطرف می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

۴-جهت کاهش اتصالی ناشی از ترانس و سرکابل باید در سرویسهای مداوم دوره ایی بازدید گردیده که در همین راستا از نرم افزار سرویس و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات بصورت روتین ماهیانه و فصلی استفاده نموده که در شناسایی عیوب بسیار موثر میباشد.



شکل ۱)عوامل قطع فیدرهای فشار متوسط(در شبکه توزیع برق شهرستان ماسال)

۲-عیوب گذرا :

در بعضی از مواقع فیدرها قطع می گردند که بعد از ۵دقیقه و درخواست مانور فیدر برقدار می شود به چنین قطعیهایی قطعی بر اثر عیوب گذرا گویند که شامل چندین پارامتر از جمله برخورد شاخه های درختان ، برخورد فازها به دلیل وزش بادهای شدید ، برخورد پرندگان به خطوط و سرکابلها ، برخورد اجسام هادی به شبکه و... می باشد که پس از کلید زنی اول عیب برطرف میشود. گاهی مشاهده می شود که با یک کلید زنی اول عیب برطرف نشده است اکیپ جهت تست فیدر اقدام می نمایند ولی هیچگونه عیبی مشاهده نمی شود و دوباره کلید زنی شده و اینبار فیدر برقدار می گردد که منشاء این عیب همان عیوب گذرا می باشد ولی شدت و دوام آن بیشتر از عیوب گذرا می باشد به این عیوب عیوب لحظه ایی یا غیر قابل مشاهده گویند

راهکارهای پیشنهادی :

استفاده از کلید های وصل مجدد یا همان رکلوزر (Recloser) روی فیدرها در شرایط مکانی خاص می تواند در کاهش زمان خاموشیها موثر باشد و همچنین برای کاهش این عیب می توان از سایر روشهای ارایه شده در دیگر بندها بهره گرفت..

۳-قطع و پارگی فازهای خطوط هوایی :

گاهی از مواقع بعلت برخورد خودرو به پایه های شبکه و به نسبت شدت برخورد وسایل نقلیه قطع خط ف اتصالی ، شکستن مقره و سایر اتفاقات جانبی منجر به پارگی فازهای خطوط هوایی و نهایتا قع فیدر می گردد که اغلب این حوادث به دلیل نامناسب بودن مسیر خیابانها و عدم وجود روشنایی مناسب در مسیر و نداشتن دید برای رانندگان اتفاق می افتد که در بعضی از موذاقع خسارات و آسیبها به چندیدن تیر و مقره منجر به بی برقی ناشی از این عیوب به ساعتها به طول می انجامد .

www.SID.ir

Archive of SID

عدم رعایت حریم خط در هنگام اجرای عملیات ساختمانی توسط پیمانکاران یا کارگران یکی دیگر از عواملی می باشد که منجر به اتصالی و یا پارگی فازهای شبکه می گردد.برخورد وسایل ساختمانی چون میله گرد ،تیر آهن علاوه بر ایجاد اتصالی در فیدر باعث تلفات جانی نیز می گردد.

راهکارهای پیشنهادی:

بهترین روش برای جلوگیری از بروز این حوادث با توجه به اینکه هزینه بالایی دارد ، تبدیل خطوط هوایی در معرض خطر و بحرانهای خاص به خطوط کابلی می باشداما در شرایطی که امکان چنین کاری نباشد می توان با تغییر مکان تیرها و یا نصب علایم هشدار دهنده و همچنین نصب گارد حفاظتی برای پایه ها از عیوب فوق جلوگیری نمود.

۴-قطع خطوط کابلی و زمینی :

ازجمله عوامل خاموشی ها ی خطوط کابلی برخورد وسایل حفاری به کابلهای زمینی می باشد این عیوب اغلب بر اثر حفاریهای سازمانهایی چون شهرداریها ، مخابرات، گاز ، راه و ترابریی ، مترو .. روی می دهدکه موجب قطع فیدر بمدت طولانی می گردد.بطوریکه جهت پیدا کردن عیب کابل زمینی فیدر ماسال توسط دستگاه عیب یاب زمنی بالغ بر بیش از یک ساعات بطول انجامید و همچنین جهت رفع عیب و نصب مفصل در نقطه اتصالی کابلی بیش از دو ساعت به طول انجامید.

راهکارهای پیشنهادی :

با توجه به مطالب گفته شده نیاز است برای شبکه های زمینی در سطح شهر از علایم مشخص کننده مسیر استفاده شده و همچنین از نوارهای زرد در کابلکشی و قبل از خاکریزی حتما استفاده گردد.

۵-شرایط نامناسب آب و هوایی

معمولا در شرایط نامناسب جوی مانند باد و طوفان و باران و برف و سیل و رانش زمین باعث ایجاد اتصالی در فیدرها و یا پارگی خطوط می شود.که علت اصلی این عوامل نزدیکی فازها به همدیگر ، فلش زیاد در بعضی از مسیر ها ، عدم یکنواختی مسیر خط ، نزدیک بودن خطوص به رودخانه ، کوه ، زمینهای سست ، ساختمانها و عدم رعایت حریم توسط بناهای و ... می باشد.

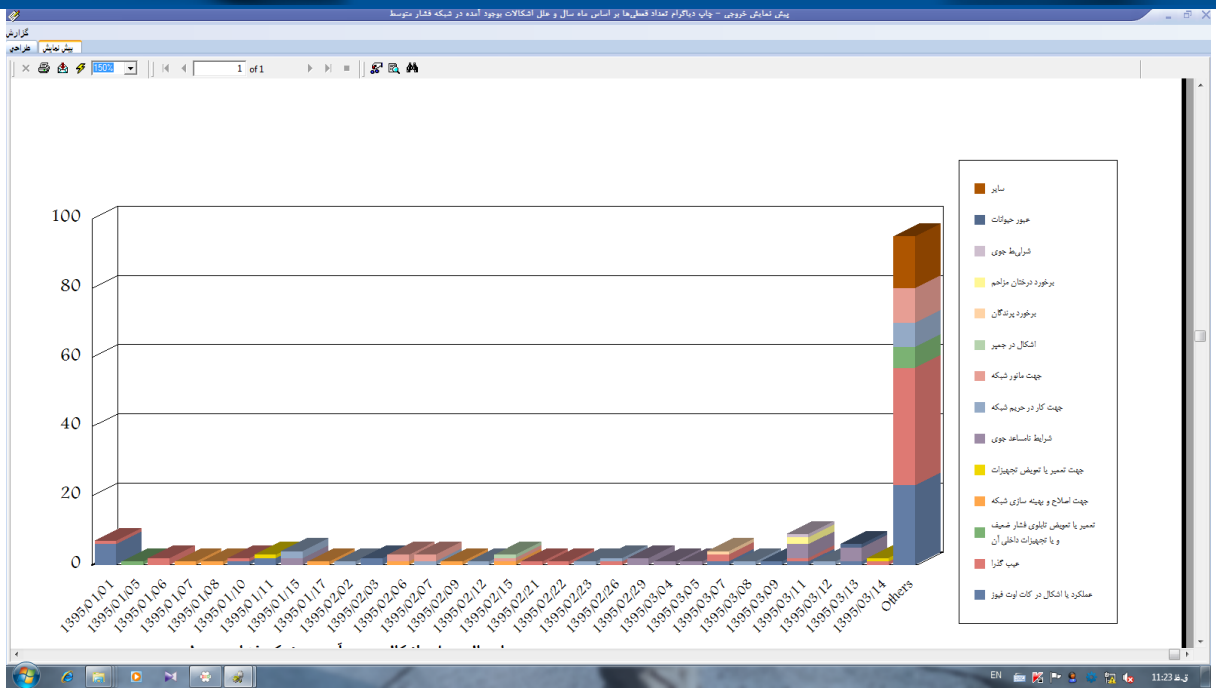
یکی دیکر از عوامل جوی که اثر گذار بود و منجر به خسارت به شبکه می گردد اثرات برف و باران و سیل و رانش زمین می باشد که این عوامل منجر به صدمه زدن به پوشش های خارجی عایقها مانند مقره و سرکابل و.. می گردد. نفوذ در ترکها و اتصالات تجهیزات و تشدید شکستگی گاهی نیز در فصول سرما و یخ برروی سرکابل تنشهای شدیدی برروی کابل وارد کرده و باعث ترکیدن سرکابل می گردد همچنین رانش و سیل منجر به تخریب پایه ها و کابلهای زمینی می گردد

راهکارهای پیشنهادی :

تا حد امکان در احداث یک خط از یک نوع کنسول و مقره استفاده شود و سعی گردد در طراحی شبکه به یکنواختی و در یک مسیر بودن بدون زاویه داشتن توجه ویزه گردد.تیر ها حتی المقدور به شبکه های فشار ضعیف و پایه های روشنایی معابر و ساختمانها دارای فاصله استاندارد و حریم مجاز باشند.اسپنها دارای فاصله مطلوب و در حد ۱۱۰ سانتیمتر دو فاز هم نام باشد تا در شرایط طوفانی هادی ها بیش از حد به یکدیگر نزدیک نشوند و یا کنسولها با طول بازوی بیشتر استفاده شود.در شرایط برف و باران و سیل و رانش زمین باید ابتدا در طراحی شبکه ها بدترین شرایط جوی را در نظر گرفت تا تجهیزات متناسب با آن شرایط را استفاده نمود.کنترل دقیق سرکابلها و مقره ها و جمپرهای خطوط در بازدیدهای دوره ایی و استفاده از ترموگرافی به جهت عیب یابی بهتر و سریعتر و رفع عیوب فوق در کمترین زمان و نصب سرکابلها بر خلاف وزش باد در مناطقی که دارای وزرش باد های تند می باشند و همچنین استفاده از مقره های پلیمری در مناطقی که آلودگی هوا و یا برق و یخ زیادی دارند

www.SID.ir

Archive of SID



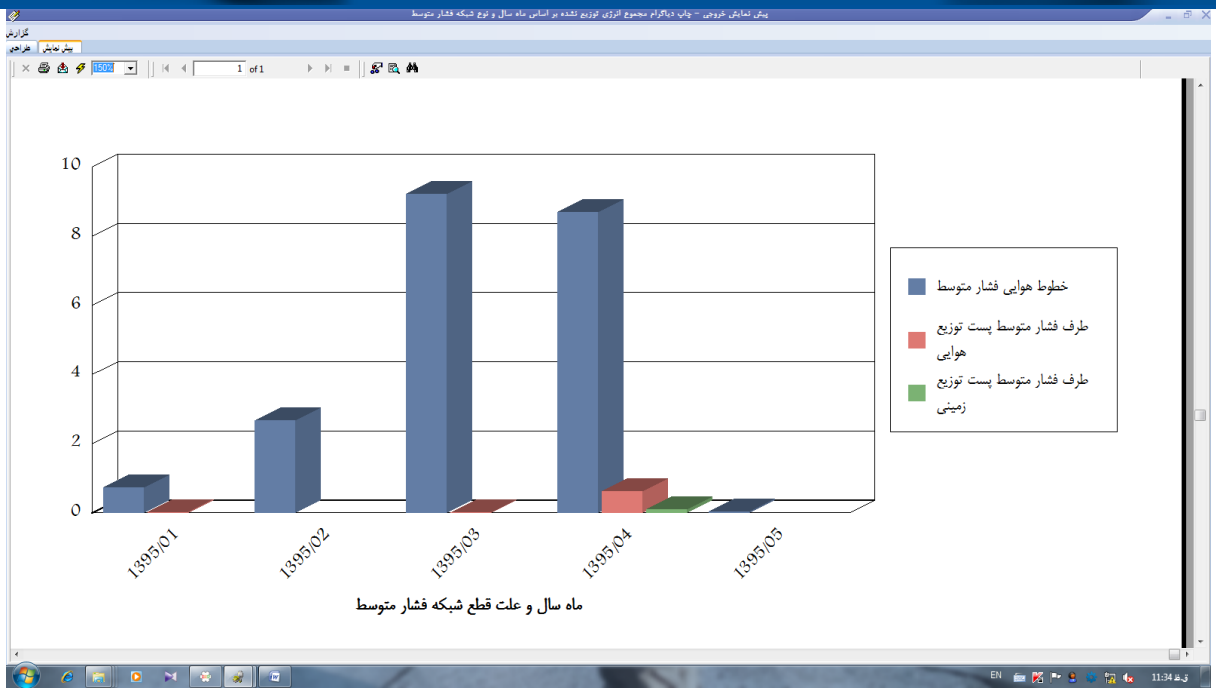
شکل۲)تعداد قطعی‌ها بر اساس ماه سال و علت اشکالات بوجود آمده در شبکه فشار متوسط

۶- عیوب تجهیزات :

- سرکابل : بر اثر افزایش شدت میدان الکتریکی در داخل سرکابل و در نتیجه بوجود آمدن تخلیه الکتریکی و نشت جریان منجیر به ترکیدن سرکابل می گردد.علت این امر زخمی شدن عایق هنگام نصب سرکابل ، عدم دقت در پیچیدن عایق و ... همچنین در سرکابلهای روغنی کم شدن روغن سرکابل ، دلیل عمده ترکیدن سرکابل می باشدگاهی نیز اتصال کوتاههای شدید باعث ترکیدن سرکابلها می باشند که یکی از اصلی ترین عوامل کاهش سطح روغن سرکابلهای روغنی عدم دقت در لحیم کاری سرکابل به سرب کابل ف درست آبندی نکردن سرکابل می باشد.
- پانچ مقره : یکی از عوامل اصلی پانچ یا شکستگی مقره ها آلودگی و ترکهای ریز روی مقره ، طول عمر زیاد بعضی از مقره ها و عدم استفاده از مقره های استاندارد عمده اصلی عیوب مقره ها می باشد.
- کات اوت فیوزه: عمده اصلی تخریب و سوختن کات اوت فیوزها کیفیت پایین بعضی از کات اوت فیوزها ، شرایط نامناسب نصب و بهره برداری ، برخورد پرندگان ، اتصالی های شدید و ممتد در خط
- سکسیونر : عبور جریانهای خیلی زیاد در مواقعی چون اتصال کوتاه شدید و یا عبور جریان زیاد با مدت زمان زیاد که باعث داغ شدن تیغه های آن می شود دلیل عمده خرابی سکسیونر می باشد.[آلن و همکاران،۱۹۹۳]
- مفصل : عمده اصلی تخریب مفصلها عدم دقت در مفصل زنی ، عدم رعایت آبندی مفصلها ف شرایط نامناسب زمین در زمان نصب مفصل ، برخورد بیل یا کلنگ در زمان حفاری ادارات دیگر و غیره می باشد
- جمپر :عیب اصلی جمپر ناشی از شل بودن اتصالات از نظر اندازه و کیفیت ، عدم دقت در بستن انشعابی و نیر جمپر زیر کات اوت فیوز ، جدا شدن جمپر فاز وسط از مقره می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳)مجموع انرژی توزیع نشده بر اساس ماه سال و علت قطع شبکه فشار متوسط

نتیجه گیری :

وابستگی روزافزون زندگی اجتماعی به انرژی الکتریکی، قابلیت اطمینان و قابلیت اعتماد به عدم قطع برق، تداوم سرویس‌دهی، کیفیت مطلوب، ایمنی کافی و هزینه کم از جمله انتظارات مشترکین برق به شمار می‌رود. قیمتی که مشترکین برای مصرف برق پرداخت می‌کنند عملاً توسط هزینه‌های تولید، انتقال و توزیع برق تعیین می‌شود.تقریباً برای تمام مشترکین، تداوم سرویس دهی و عدم قطع برق اهمیت بسیار زیادی دارد. از این رو طراحی و بهره برداری مناسب از شبکه‌های توزیع (به دلیل نزدیکی سیستم توزیع به مصرف کنند گان) ارزش فوق‌العاده‌ای پیدا کرده است. پستهای توزیع برق اغلب در فواصل زیاد و دور از دیسپاچینگ حوادث و اتفاقات واقع گردیده است که حوادث و اتفاقات زیانبار آن خسارات زیادی را متوجه تجهیزات شبکه و مشترکین می نماید. علل خاموشی های برق و برطرف نمودن آنها ازجمله وظایف مهم شرکتهای توزیع نیروی برق است و باید سعی شود که تاحد امکان به مشترکین از هر نوع صنعتی تجاری ، کشاورزی ، و خانگی ، برق مطمئن تحویل گردد. با بررسی عوامل خطا می تواند تدابیر لازم در جهت رفع این خطا ها در شبکه را شناسایی نمود و همچنین با شناخت نقاط ضعف شبکه و بهبود این نقاط می توان وضعیت قابلیت اطمینان شبکه را افزایش داد و از طرف دیگر چگونگی نصب تجهیزات و عملکرد درست گروههای تعمیر و سرویس و نگهداری را بهبود بخشید.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱-بررسی آماری اتفاقات و خاموشیهای شبکه های توزیع برق گیلان –نرم افزار حوادث
۲. اکبری, "ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع و فوق توزیع باحضورتولیدات پراکنده," ۲۰۱۳
3.A.Allen and R.Billinton , power system reliability and its assessment part3 distribution system and economic consideration power en gineering journal,1993

4.H. Falaghi and M.-R. Haghifam, "Distributed generation impacts on electric distribution systems reliability: Sensitivity analysis," in *Computer as a Tool, 2005. EUROCON 2005. The International Conference on*, 2005, pp. 1465-1468
5.T. Ackermann, G. Andersson, and L. Söder, "Distributed generation: a definition," *Electric power systems research*, vol. 57, pp. 195-204, 2001.

www.SID.ir