بررسی نتایج اجرای نگهداری وتعمیرات برمبنای پایش وضعیت در شبکه های توزیع استان هرمزگان

غلامرضا نعمتی
شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان
Nematonline@yahoo.com

چکیده :
بهره برداری ازشبکه های توزیع درنوارساحلی حاشیه شمالی خلیج فارس ودریای عمان واقع دراستانهای جنوبی ایران شرایط وویژگیهای خاص خودرادارا میباشد.عوامل محیطی نظیربالابودن گرما ورطوبت – شدت تابش آفتاب –میزان بسیارکم بارش نزولات جوی وگردوغبارمحلی درکنارعواملی چون سرانه بالای مصرف انرژی جهت کارکرد دستگاههای تهویه مطبوع توسط مشترکین –نرخ بالای رشد تقاضای مصرف انرژی بدلیل شدت مهاجرپذیری استان وتبدیل شدن منطقه به بزرگترین قطب صنعتی وتجاری کشورموجب گردیده است که تاسیسات وشبکه های تامین کننده انرژی الکتریکی درزده توزیع تحت تاثیر شرایط فوق الذکر ازفرسودگی وتخریب فزآینده ای برخورداریاشند بطوریکه نرخ فرسودگی تاسیسات درحد ۴۰ درصد برآورد گردیده است .
هدف گزاریهای بعمل آمده جهت کاهش خاموشیها درسال منجر به توجه وبازنگری درروشهای سنتی برنامه ریزی بازدید وسرویس پیشگیرانه گردید. این مقاله بازخوانی تجربیات حاصل از بکارگیری فرآیندنگهداری وتعمیرات پیش بینانه مبتنی برپایش وضعیت درشبکه توزیع نیروی برق استان هرمزگان بعنوان یک دستاورد بزرگ علمی – صنعتی ونوآوری درصنعت توزیع برق کشورمیباشد. دراین مقاله مشخصات این مدل ونحوه استقرارمدل واقدامات انجام شده بیان شده است . نتایج اجرای چندین ساله نشان میدهد که اجرای فرآیندمذکور موجب کاهش هزینه بهره برداری بمیزان ۳۹ میلیارد ریال وکاهش تلفات بمیزان ۱۰,۵ مگاوات درسال شده است .

کلید واژه- نگهداری ، تعمیرات ، پیش بینانه ، فرآیند، پایش وضعیت

مقدمه

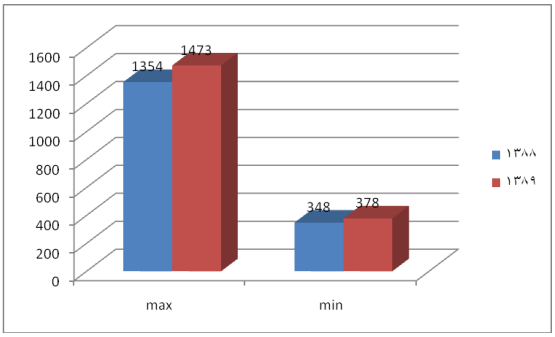
استان هرمزگان در جنوبی ترین نقطه ایران واقع شده و نزدیک ترین استان به خط استوا است ، به طور کلی هوای مناطق کوهستانی آن گرم و خشک و در مناطق ساحلی و جلگه ها ، گرم و مرطوب است .تابستان های گرم و زمستان های معتدل از ویژگی های آب و هوای استان هرمزگان به حساب می آید . رطوبت نسبی در استان هرمزگان حداقل ۱۹ درصد و حداکثر به ۱۰۰ درصد می رسد . دراین استان ترکیب سه عامل مهم اقلیمی یعنی ارتفاع کم ،عرض جغرافیائی پائین ونزدیکی به دریا باعث پدید آمدن شرایطی

بسیارگرم ومرطوب شده است که ازوخیم ترین وآزاردهنده ترین اقلیم های جهان محسوب میشود.

ترکیب دماورطوبت هوادرچندین ماه ازسال شرایط شرجی رادراین اقلیم بوجود می آورد.بهنگام تابستان درسواحل خلیج فارس ، هوای مجاورسطح زمین کاملا" گرم ومرطوب میشودولی بعلت عدم صعودهوابارش موثری گزارش نشده است.شرجی ترین منطقه این استان حدفاصل بندرلنگه تاچابهاربویژه دربندرجاسک میتوان ارزیابی نمود.

درجدول شماره(۱) مقایسه بیشینه وکمینه بار سال گذشته وجاری بلحاظ مقایسه مصارف سرمایشی تابستان آورده شده است .همانطورکه ملاحظه میشود

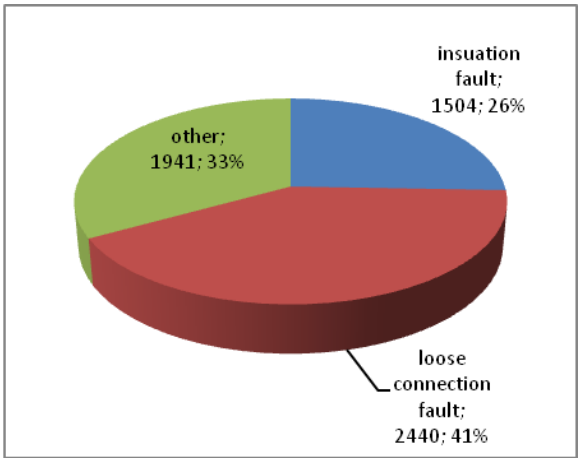
جدول (۱): مقایسه بیشینه وکمینه بارسالیانه



حدود ۱۱۲۵ مگاوات تفاوت بارناشی ازمصرف سرمایشی طی ۹ ماه ازسال میباشد.

عوامل مذکور اختلالات شدیدی درامر سرویس دهی وتداوم تامین مداوم انرژی برای مشترکین راسبب گشته انجام مانورهای پی درپی واجرای عملیات تعمیرات واصلاح وبازسازی تاسیسات بصورت روزمره دربرنامه کاری بهره برداری قراردارد‌که این بنوبه خودخستگی وفرسودگی شدید توان کاری وعملیاتی پرسنل دست اندرکار بهره برداری رابهمراه داشته عمرمفید کاری درارتباط مستقیم با عملیات نگهداری ورفع اتفاقات شبکه را درحد ۱۵ سال کاهش داده است. منحنی شماره (۱) آمارخاموشیهای ناشی ازاجرای برنامه تعمیرات اضطراری (EM)سال ۱۳۸۷ شبکه توزیع استان هرمزگان به تفکیک نوع رخداد خطا رانشان میدهد.کاهش نرخ مذکورحاصل اجرای مرحله اول جاری سازی مدل ناب نگهداری وتعمیرات شبکه های توزیع بشکل تعمیرات پیش بینانه درشرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان میباشدکه درادامه باتشریح مدل ، نتایج اولیه اجرای مدل شامل کاهش خاموشیها وهزینه های عملیاتی آورده شده است.

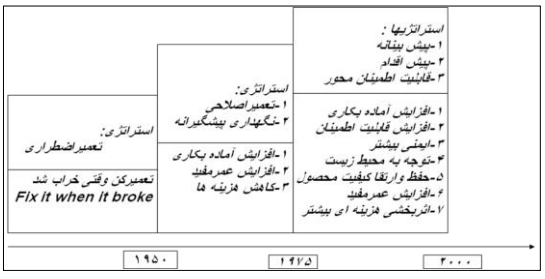
منحنی شماره (۱): آمارخاموشی اعمال شده ناشی ازاجرای برنامه تعمیرات اضطراری به تفکیک علت



۱- بررسی مفاهیم پایه ای نگهداری وتعمیرات

نگهداری وتعمیر(Maintenance) درتعریف شامل فعالیتهایی است که باهدف نگهداشتن دارائیها(تجهیزات) درسطح مشخصی ازکارآیی ویابازگرداندن به آن سطح صورت می پذیرند. بطور کلی انتظارات از امور نگهداری وتعمیردردوره های زمانی مختلف به شرح جدول شماره(۲) تغییر نموده ولذا به تبع آن اهداف واستراتژیهای نگهداری وتعمیرنیز تغییر نموده اند.

جدول(۲): سیرتحول تاریخی مدلهای نگهداری وتعمیرات



۲- انواع استراتژی نگهداری وتعمیر

بطور کلی هفت استراتژی عمده جهت انجام نگهداری وتعمیر وجود دارد که عبارتند از:

- تعمیر اضطراری (Emergency Maintenance)
- تعمیر اصلاحی (Corrective Maintenance)

- تعمیـــر ازکارافتـــادگی (Break – down Maintenance-BM)

- نگهـــداری وتعمیـــر پیشـــگیرانه (Preventive Maintenance – PM)/ (Time/Interval-Based Maintenance)

- نگهداری وتعمیر پیش اقدامانه (Proactive Maintenance-PrM)

- نگهـــــداری قابلیـــــت اطمینـــــان محـــــور Reliability – Centered Maintenance – RCM

درادامـه بـه بررسـی اسـتراتژی نگهـداری وتعمیـرات برمبنای پایش وضـعیت (CBM) درشـرکت توزیـع نیـروی برق استان هرمزگان خواهیم پرداخت :

۳- نگهداری و تعمیرات بر اساس وضعیت (نت اقتضایی)

نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت که به تعابیر دیگر نگهداری و تعمیرات پیشبینانه /پیشگویانه، نت متکی بر شرایط فنی و نت اقتضایی نیز نامیده می شود، موثرترین استراتژی موجود برای مدیریت دارایی های فیزیکی است که در کنار برنامه های نت پیشگیرانه(PM) ، تکنیکهای failure finding، طراحی مجدد (redesign)و ... عناصر اصلی RCM را تشکیل می دهند .

برای استقرار و عملیاتی کردن نت بر اساس وضعیت، از ابزار مراقبت وضعیت (CM)استفاده می گردد. در واقع مراقبت وضعیت یا پایش وضعیت، هسته اصلی این استراتژی به شمار می رود:

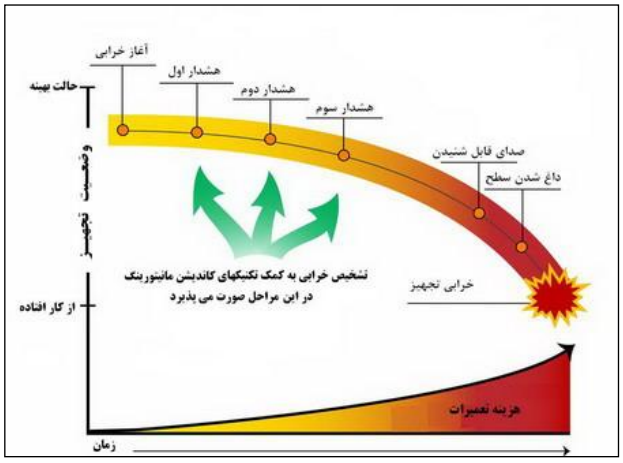
این استراتژی بر این باور استوار است که اغلب خرابی های ماشین آلات و تجهیزات صنعتی، پس از رسیدن به یک مرحله مشخص، نشانه هایی از خود بروز می دهند که می توان این نشانه ها را به صورت ارتعاشات، صدا، امواج آلتراسونیک، ذرات فرسایشی، دما و . . . تشخیص داده و وقوع خرابی را پیش بینی کرد. لذا می توان قبل از رسیدن خرابی به مراحل بحرانی، با برنامه ریزی فعالیت تعمیراتی و اجرای آن، پیشرفت خرابی را متوقف ساخت. شکل زیر را ببینید:

۳-۱- آشنایی با منحنی P-F

P-F مخفف Potential Failure به معنای خرابی بالقوه است. خرابی بالقوه، مرحله ای از خرابی ماشین است که اولین نشانه های خرابی قابل اندازه گیری و تشخیص هستند. منحنی P-F (منحنی شماره ۲)یک مفهوم اساسی را در مراقبت وضعیت تداعی می کند. این منحنی که نمونه ای از آن را در زیر می بینید، وضعیت تجهیز در حال خرابی را بر حسب زمان نشان می دهد. همانطور که مشاهده می کنید، هزینه تعمیرات با رشد روند خرابی به صورت فزاینده بالا می رود.

تشخیص خرابی در مراحل اولیه، از طریق تکنیکهای CM صورت می پذیرد و این تکنیکها روند رو به رشد خرابی و نیز نرخ رشد آن را نشان می دهند. لذا می توان در اولین فرصت و قبل از رسیدن به مراحل بحرانی، فعالیت تعمیراتی را انجام داد و از رشد خرابی جلوگیری نمود.

منحنی (۲):مراحل خرابی بالقوه



۳-۲- تعریف پایش وضعیت یا CONDITION MONITORING

پایش وضعیت عبارت است از اندازه گیری و پایش مستمر پارامتری از تجهیز در حال کار که:

الف_ بیانگر وضعیت آن باشد.

ب _ تکرار پذیر و قابل مقایسه باشد.

ج _ حاوی اطلاعات مفیدی برای عیب یابی باشد.

۳-۳- فهرست تکنیکهای پر کاربرد مراقبت وضعیت

برخی از تکنیکهای رایج در مراقبت وضعیت عبارتند از:

- استفاده از حواس پنجگانه
- آنالیز ارتعاشات
- آنالیز صدا
- آنالیز آلتراسونیک
- ترموگرافی
- آنالیز کارآیی (Performance)
- آنالیز روغن و ترایبولوژی (Tribology)
- آنالیز مدار موتور و سایر تستهای الکتریکی

مراحل یک سیستم پایش وضعیت متکی است بر:

- دریافت نشانه های خرابی ازدستگاه
- مقایسه نشانه ها با استاندارد
- تشخیص خرابی
- تمرکز برای رفع خرابی وکنترل نهائی

نتایج موردانتظار ازسیستم عبارتست از:

- حداقل کردن احتمال وقوع خرابی یاخروج تجهیز از سرویس
- جلوگیری از وقوع خرابیهای ثانویه
- افزایش عمر کاری تجهیزات
- بهینه نمودن موجودی قطعات یدکی
- اثر بخشی هزینه ای بالاتر نسبت به روش نگهداری پیشگیرانه
- کاهش زمان خارج بودن تجهیزات وماشین آلات برای تعمیرات(کاهش هزینه عدم تولید)
- پیشبینی زمان انجام تعمیرات وامکان برنامه ریزی بهتر ومناسب تر
- نیاز به سرمایه گذاری اولیه بالا جهت خرید ابزارها ودستگاههای پایش وضعیت
- تخصصی بودن انجام کار ونیاز به سرمایه گذاری بالا درامر آموزش
- نیاز به زمان وتلاش زیاد بمنظور جمع آوری اطلاعات وداده های گوناگون

درادامه این مقاله تکنیک های بکاربرده شده برای نت اقتضائی درشرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان آورده شده است .

۴- مراحل چهارگانه طراحی و استقرار سیستم CBM

در جدول زیر به صورت تیتروار مراحل چهارگانه طراحی و استقرار سیستم نت مبتنی بر وضعیت را می بینید:

جدول(۳) مراحل طراحی واستقرارنت مبتنی بروضعیت

ردیف	عنوان	شرح
۱	مرحله آماده سازی Introduction & Preparation Phase	توجیه طرح (فنی – اقتصادی)
۲		جلب حمایت مدیریت ارشد
۳		تشکیل تیم CBM
۴		انتخاب مشاور
۵		آموزش اعضاء تیم
۶		سیاستگذاری (تعیین اهداف، خط مشی و استراتژی ها)
۷		تلاش در جهت تغییر فرهنگ سازمانی در راستای CBM و جلب حمایت پرسنل
۸	مرحله طراحی Design Phase	آنالیز مرتبه اهمیت تجهیزات و انتخاب تجهیزات شامل در برنامه
۹		آنالیز FMEA و انتخاب تکنیکهای پایش وضعیت
۱۰		انتخاب تعداد و محلهای داده برداری
۱۱		تعیین بازه زمانی برای داده برداری
۱۲		تعیین امکانات مورد نیاز برای داده برداری با توجه به تکنیکهای پایش و تأمین آنها
۱۳		آماده کردن Data base تجهیزات و شناسنامه CM آنها
۱۴		تدوین رویه و دستورالعمل برای داده برداری و آنالیز داده ها و فرم های لازم
۱۵		تدوین رویه و دستورالعمل برای گردش کار تعمیرات بر اساس وضعیت و فرمهای لازم
۱۶		تهیه فرمتهای لازم برای ارائه گزارش عملکرد
۱۷	مرحله استقرار و اجرا Implementation Phase	سیکل CM
۱۸		ارائه گزارش عملکرد به صورت روتین
۱۹		محاسبه و ارزیابی منافع حاصله
۲۰		تلاش در جهت تغییر فرهنگ سازمانی در راستای CBM و جلب حمایت پرسنل
۲۱	بهبود مستمر	ممیزی برنامه و دستاوردهای آن
۲۲		تعریف پروژه های بهبود مستمر

۵- جاری سازی واستقرار سیستم نت مبتنی بر وضعیت نت درشبکه های توزیع برق

بمنظورنیل به تبیین استراتژی خلاق نگهداری وتعمیرات نخستین گام هادرشرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان ، درسال ۱۳۸۷ آغازگردید.دراین حال روش تعمیراتی برپایه حرکت ازتعمیرات اضطراری بسمت تعمیرات پیش بینانه باهدف کاهش زمان وهزینه های تعمیرات اضطراری وافزایش سقف اعتبارات تعمیرات پیش بینانه وپایش وضعیت شبکه های توزیع تبیین گردید. دراواسط تابستان ۱۳۸۷ انواع پایش وضعیت وبراساس نوع دستگاه بشرح ذیل دسته بندی گردید:

الف)پایش وضعیت حرارتی شبکه های هوائی بااستفاده ازتصویربرداری حرارتی(termography)

ب)پایش وضعیت سیستم حفاظت ضدصاعقه شبکه

وپستهای هوائی بااندازه گیری مقاومت خاک وشبکه اتصال زمین بمنظوراصلاح سیستم

ج)پایش وضعیت کیفیت توان بااندازه گیری جریان وولتاژ

د)پایش وضعیت روغن ترانسفورماتورها بمنظور تخمین عمرعایقی روغن

ذ)پایش وضعیت عایقی مقره ها، بوشینگ هاوکات اوت فیوزها باتصویربرداری ماوراء بنفش (corona vision)

درادامه نتایج اجرای این روش تعمیرات به تفکیک آورده شده است.

۵- بررسی نتایج پایش وضعیت:

۵-۱- پایش وضعیت حرارتی شبکه های هوائی بااستفاده ازتصویربرداری حرارتی(termography):

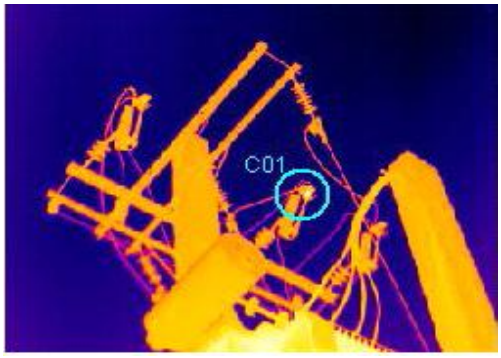
باتوجه به منحنی(۱) تعداد خاموشی منجربه انجام تعمیرات اضطراری درشبکه هوائی توزیع استان هرمزگان ۵۸۸۵ مورد باانرژی فروخته نشده ۲۱۱۳ مگاواتساعت بوده است که دراین میان خطاهای ناشی ازاتصالات سست شبکه بامیزان ۴۱ درصدبالاترین نرخ راداشته است. این خطاها ناشی ازنفوذآلودگی نمکی وخوردگی تجهیزات واتصالات ودرنتیجه جریان نشتی وتلفات ناشی ازآن میباشد که به خطاهای حرارتی معروف است .

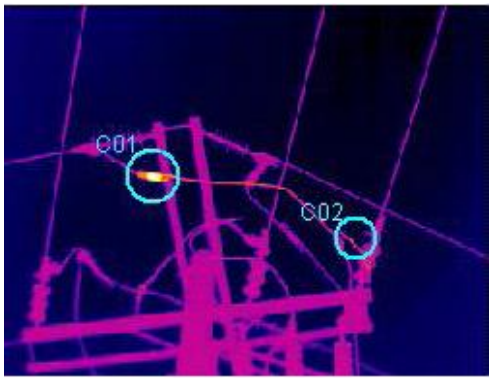
درتصاویرشماره (۱) و (۲) بعضی ازانواع اتصالات سست منجربه بروزخاموشی وتلفات درشبکه استان هرمزگان رانشان میدهد.

درنتیجه بروزاتصالات سست میزان تلفات شبکه توزیع درسال ۲۰۰۶ حدود۲۱,۸۳ درصد بوده است .هزینه های مربوط به انجام عملیات تعمیرات اضطراری وخسارت ناشی ازتلفات طی سال ۱۳۸۶ حدود ۵۰ میلیاردریال براورد شده است .

دراواسط تابستان ۱۳۸۶ بااستفاده ازخدمات تصویربرداری نتایج پایش وضعیت حراترتی شبکه برروی ۴۰ فیدرتوزیع شهربندرعباس مرکزاستان امتحان شد.

تصاویر(۱-۲): بعضی ازانواع اتصالات سست منجربه بروزخاموشی وتلفات درشبکه





بررسی هزینه های سرویس وتعمیرات عیوب مذکور درچهل فیدر تحت بررسی باتوجه به بکارگیری دستگاه تصویربرداری حرارتی ومقایسه صرفه جوئی حاصل ناشی از هزینه عملیات تعمیرات درحالت بدون پیشگیری واستفاده ازدستگاه ترموویژن دریک پروژه پایلوت بشرح جدول(۳) میباشد:

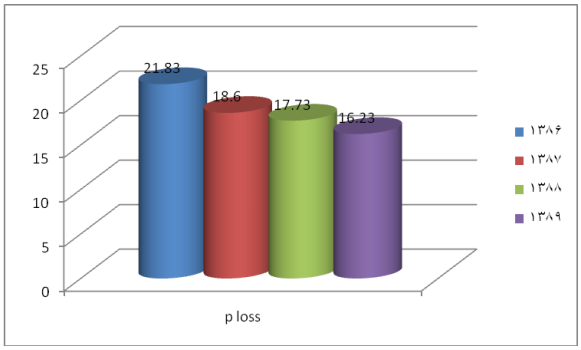
جدول شماره(۳):مقایسه هزینه عملیات برمبنای پایش وضعیت

شرح	بابکارگیری ترموویژن (میلیون ریال)	بدون ترموویژن (میلیون ریال)	هزینه صرفه جوئی شده (میلیون ریال)
هزینه قطعات ودستمزد	۴۳۳	۴۴۱۹	۳۹۸۶

باتوجه به بررسی فوق بوضوح مشخص میگردد که یک برنامه بازدید وسرویس پیشگیرانه مبتنی بربکارگیری روش پایش وضعیت تاچه حد میتواند هزینه های بهره برداری ازشبکه های توزیع راکاهش دهد.

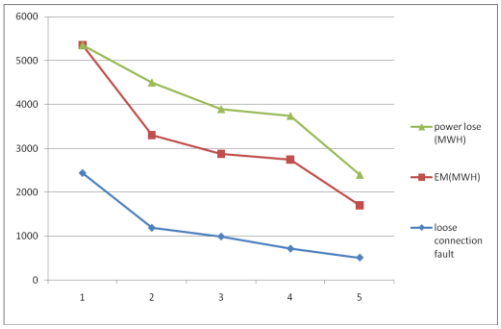
مضافا اینکه هزینه صرفه جوئی شده بابت عملیات اجرائی درصورت جلوگیری ازرخداد عیب وعدم تسری آن به مرحله حاددرحدود۹۰ درصد میباشد.درمنحنی (۴)نتایج انجام تعمیرات پیش بینانه برمبنای پایش وضعیت حرارتی شبکه های توزیع استان هرمزگان طی سالهای ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ آورده شده است.

منحنی (۴): مقایسه کاهش تعمیرات اضطراری وتلفات



همانطورکه مشاهده میشود میزان خاموشیها از۲۴۴۰ درسال ۱۳۸۶ به میزان ۵۰۹ موردرسال ۱۳۸۹ کاهش یافته است که میزان این کاهش حدود۸۰ درصد است .همچنین میزان انرژی فروخته نشده ناشی از اجرای تعمیرات اضطراری به مقدار۵۹ درصد کاهش نشان میدهدودرعین حال میزان تلفات انرژی به مگاواتساعت حدود ۵۴ درصد درسال ۱۳۸۹ کاهش یافته است.(منحنی ۵)

منحنی(۵): آمارکاهش تلفات دراثراجرای تعمیرات پیش بینانه



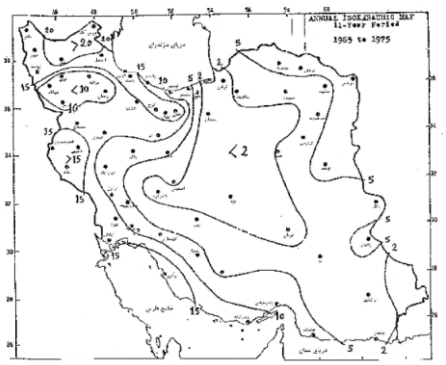
۵-۲- بررسی نتایج پایش وضعیت سیستم حفاظت ضدصاعقه شبکه وپستهای هوائی

درمنحنی شماره(۶) منحنی ایزوکرونیک سالیانه ایران آورده شده است .بطورکلی دوکریدورصاعقه دراستان هرمزگان شناخته شده است :

۱- کریدورغربی ازشمال غربی بشهرستان بستک تامرکزجزیره قشم بطول ۲۱۴ کیلومتردراین کریدوربرخوردسالیانه ۱۰ صاعقه بازمین ثبت شده است.

کریدورشرقی : از شمال شرق بندرجاسک تا شمال غربی حاجی آباد بطول ۷۵۰ کیلومترکه وقوع ۵ صاعقه درسال ثبت شده است .

منحنی (۶):منحنی ایزوکرونیک ایران



طی چندسال گذشته علی رغم ثبت سالیانه ۱۰ صاعقه درسمت شرقی استان خسارات وارده ناشی ازسوختن پستهای هوائی بهنگام بروزصاعقه بسیاربیشترازسمت غربی استان گزارش شده است.(تصویرشماره۴)

تصویر(۴): انفجارداخلی ترانسفورزماتوردراثربرخوردصاعقه

علت این امروجود طوفانهای مونسوئی برفراز اقیانوس هند وادامه آن بسمت سواحل شرقی استان طی چند سال اخیرمیباشد.درسال ۱۳۸۸ برای اولین بارپایش وضعیت سیستم ضدصاعقه استان بویژه درنیمه شرقی استان انجام گردید.دراین برنامه مقاومت خاک وسیستم اتصال زمین

حفاظت صاعقه پستهای هوائی واقع درکریدورصاعقه بشکل نواری به عمق ۳۰ کیلومترمورد پایش واندازه گیری قرارگرفت ومشخص شد که در اکثرمکانهایی که بازدید بعمل آمد ،خاک ها مقاومت ذاتی کمی داشتند .خاکها به صورت گل- شورزار- خاک همراه باریگ –سنگی می باشند ازنظر رطوبت در اکثر منطق خاک تقریبا دارای رطوبت خوبی است (حداقل اندازه رطوبت خاک ۲۲٪ می باشد) درجه حرارت در همه مناطق خوب وبصورت گرم می باشد (درجه حرارت تاثیر مستقیمی برروی سیستم ارت می گذارد و هوای سرد باعث افزایش مقاومت ارت می شود) نوع بکارگیری سیستم ارت صاعقه همگی به صورت فقط عمودی وتکی بود .بدلیل مقاومت ذاتی کم خاک , ارت ها به صورت حداقل سایز احداث گردیده شده اند .(سایز سیم –سایز اتصالات –سایز سیستم ارت) تا مقاومت سیستم ارت در حد استاندارد باشد وهمچنین از نظر هزینه اقتصادی پایین باشد ایرادات وارده به سیستم حفاظت صاعقه بشرح ذیل بوده است :

الف)- بکارگیری نامناسب سیستم ارت

سیستم های بکارگیری شده همه بصورت تکی بوده واز چاه یامیله تکی استفاده شده است .درحالی که برای تخلیه شارژ صاعقه ،سیستم ارت می بایست به صورت گسترده باشد .

ب)- بکارگیری نامناسب هادیهای مقطع پایین

هادیهای پایین بر(سیم) اکثرا از سایزهای متفاوت ۱۶ الی ۳۵بوده که این مقدار سایز جهت تخلیه شارژ صاعقه کم می باشد .هادیهای پایین بر بصورت پیچ وخم های تند به پایین کشیده شده است که این امر مشکل بزرگی در امرتخلیه صاعقه بوجود می آورد .(تصویر۵)

ت) - بکارگیری نامناسب اتصالات .

اتصالات غالبا به صورت دستی وپیچاندن در همدیگر بود ویا بوسیله بست های ناهمگون (دوفلزی) استفاده گردیده است

تصویر(۱): وضعیت سیم اتصال زمین

.در بعضی از نقاط که بصورت دستی پیچانده شده بود ، شل بودن اتصال به وضوح قابل مشاهده است .در بست های ناهمگون، آثار فرسودگی مشهود است .(تصویر۲)

تصویر(۲):پوسیدگی واتصال سست هادی اتصال زمین

ث- بکارگیری منبع ارت مشترک جهت طول وصاعقه.

ج- بکارگیری نامناسب سایز هادیهای دفن شده

هادیهای دفن شده در درون زمین همگی سایزهای پایین تر از حد استاندارد داشتند بدینصورت که از میله هایی به طول ۱/۵ متر تکی وبا روکش مسی پایین تر از ۲۵۰ میکرون استفاده شده ویا از صفحاتی با سایز پایین تر از ۵/* ۵۰ *۵۰ سانتی متر استفاده گردیده است .

ح-عدم وجود سیستم ارت ویا قطعی الکتریکی

بعضی از سیستم های ارت دارای قطعی اتصالات ارتی بر اثر سرقت سیم و یا غیره بوده ویا به طور کلی فاقدهرگونه سیستم ارتی بودند.

درمجموع بابررسیهای بعمل آمده دراین پایش نیازبه اصلاحات وتعمیرات پیشگیرانه بشرح جدول شماره (۴) احساس گردید:

جدول(۴): ایرادات مشاهده شده سیستم حفاظت صاعقه درپایش وضعیت پستهای هوائی واقع درکریدورصاعقه شرق استان

پس ازبازدید حدود۵۰۰ دستگاه پست واقع درکریدورصاعقه

قطع بودن ارت یا نداشتن ارت	۴۴%
مشترک بودن سیستم ارت نول وصاعقه	۸۰%
پیچ وخم های تندهادی پایین بر	۶۶%
اتصالات دستی (به همدیگر پیچاندن سیم ها)	۴۷%
عدم وجود برقگیر	۳۷%
اتصالات ناهمگون	۱۳%

اجرای سیستم حفاظت برای ۱۵۰ دستگاه درمعرض خطر باملاحظاتی بشرح ذیل انجام گردید:

الف - نوع بکارگیری سیستم ارت صاعقه به صورت گسترده وبه شکل افقی + عمودی بوده وترجیحا به صورت پنجه کلاغی تا بتواند با داشتن امپدانس پایین شارژهای صاعقه را دردرون زمین پخش نماید .

ب- سایز هادیهای پایین بر از سایزهای بالاتر ودرحدود سایز ۷۰ استفاده گردید .

پ - اتصالات در هوای آزاد به صورت بست اسپلیت بولت تیپ اچ از جنس مس و در درون زمین ازجوش انفجاری یا اگزوترمیک استفاده گردید .

ت- تعداد پیچ و خم های هادیهای پایین بر به حداقل رسانده ودر صورت نیاز به پیچ وخم حداکثربا شعاعی ۸ برابر سایز سیم انجام گردید .

درنتیجه اقدامات پیشگیرانه شامل اصلاح سیستم حفاظت صاعقه آمارترانس سوزی ناشی ازصاعقه طی دوسال اخیر (سالهای ۱۳۸۸-۸۹) به حدود۴۵ دستگاه معادل ۳۶درصد کاهش یافته است .

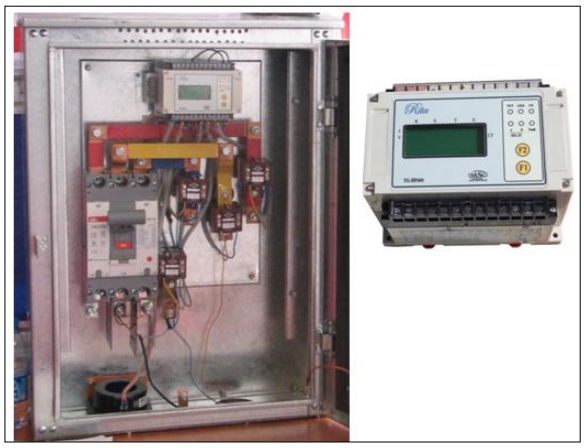
۵-۳- پایش وضعیت کیفیت توان بااندازه گیری جریان وولتاژ(سیستم تله مترینگ)

این سیستم به منظور اجرای برنامه کاهش پیک و تلفات شبکه در تابستان توسط دفترنظارت بربهره برداری شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان طراحی و پس ازساخت به اجرا در آمده است و به طور آزمایشی در ۳۰ پست زمینی شبکه توزیع شهر بندرعباس در مرحله اجرااست. سیستم مذکور جزئی از برنامه تعمیرات پیشگیرانه از طریق C.B.M جهت پست های توزیع می باشد.

این دستگاه با استفاده از تکنولوژی (SMS , GSM , GPRS) به صورت مجزا با تواماً جهت ترانس های توزیع طراحی و تولید گردیده و پس از نصب امکانات زیر را در اختیار قرار می دهد :

- قابلیت مشاهده جریان های سه فاز و نول هر ترانس
- قابلیت مشاهده ولتاژهای سه فاز
- قابلیت قطع و وصل هر یک از سه فاز یا تواماً (بستگی به کنتاکتورها یا کلیدهای قطع و وصل دارد)
- قابلیت حفاظت خطای زمین و اضافه جریان فاز
- قابلیت رکوردگیری (ثبت تاریخ و زمان) به صورت PEAK و LOW روزانه جریان ها و ولتاژهای فاز و جریان زمین
- قابلیت دریافت و مشاهده اطلاعات در هر زمان و ساعت دلخواه بصورت انتخابی یا اتوماتیک
- قابلیت ارسال اطلاعات به مرکز و دریافت فرمان از مرکز در هر لحظه
- دارای نرم افزار مدیریت مرکزی با حداکثر قابلیت، بررسی ، گزارشگیری و ارائه نمودارهای مدیریتی
- عدم نیاز به حضور پرسنل در حوزه ترانس (تصویر-۳)

تصویر(۳): دستگاه پایش وضعیت باراقابلیت ارسال دیتا



کاربردهای سیستم پایشی عبارتند از :

- مدیریت وکنترل بار مورد تقاضا ازسمت مصرف برای هر ترانس
- اندازه گیری درصد رشد مصرف و مصرف کننده هر منطقه و پیش بینی برنامه ریزی جهت آمادگی جهت فصل گرم.
- کمک به بهبود طراحی و توسعه شبکه (فشار ضعیف و متوسط)
- کمک به تعادل بار شبکه و کاهش تلفات
- پیش بینی باروبرنامه ریزی درازمدت درراستای مدیریت تقاضا وبارسالیانه
- سهولت در پشتیبانی و تعمیر و نگهداری شبکه
- جلوگیری از هزینه های آسیب دیدگی ترانس در اثر عدم تعادل بار یا وضعیت مصرف
- رکوردگیری لحظه ای
- کاهش خاموشی های ناخواسته
- هزینه پایین رکوردگیری

- امکان رکوردگیری برای یک ترانس به دفعات در ساعت های مختلف بصورت دستی و اتوماتیک .
- اندازه گیری پیک مصرف بر اساس ساعت دقیق وقوع پیک صورت می گیرد .

- کمک به امکان سنجی وضعیت افزایش مصرف درحوزه اداره مطالعات شبکه وطرحهای تامین برق وافزایش قدرت

کاربردهای سیستم پایش وضعیت تله مترینگ:

۱- جلوگیری ازسوختن پستهای زمینی

۲- رکوردگیری ومتعادلسازی بار

۳- مدیریت بارواستفاده ازاطلاعات آن لاین جهت طرح وتوسعه

۴- اجرای عملیات آن لاین فوریتهای برق

۵- ایمنی وسیستم هشداردهنده سرقت ازپستهای زمینی

۶- مدیریت بارحین پیک سائی

درعین حال پایش وضعیت بارپستها یتوزیع درکل استان درتابستان ۸۹ اطلاعات مناسبی جهت برنامه ریزی وکنترل شبکه بشرح جدول (۵) دراختیارشرکت نهاد:

جدول(۵) : آماررکوردگیری وپایش وضعیت بارپستهای توزیع

ردیف	نام	تعداد کل ترانسفورماتور مشترک	تعداد ترانسفورماتور رکوردگیری شده	درصد ترانسفورماتور رکوردگیری شده	تعداد ترانس نامتعادل شناسایی شده	درصد ترانس نامتعادل شناسایی شده به ترانسفورماتور رکوردگیری شده	تعداد فیدر نامتعادل	تعداد ترانسفورماتور کم بار	تعداد ترانسفورماتور پربار
1	ناحیه ۱بندرعباس	1240	470	37.90	222	47.23	275	285	34
2	ناحیه ۲بندرعباس	3071	735	23.93	700	95.24	531	؟	100
3	رودان	2017	226	11.20	170	75.22	233	125	23
4	پارسیان	451	209	46.34	140	66.99	173	92	29
5	بستک	673	204	30.31	110	53.92	163	56	35
6	میناب	230	120	52.17	85	70.83	182	48	19
7	بندرلنگه	510	220	43.14	90	40.91	97	100	38
8	سیریک	402	220	54.73	120	54.55	158	114	9
9	رویدر	180	27	15.00	20	74.07	18	0	0
10	جاسک	2572	448	17.42	0	0.00	0	؟	؟
جمع		11346	2879	25.37	1657	57.55	1830	820	287

۵-۴- پایش وضعیت روغن ترانسفورماتورها بمنظور تخمین عمرعایقی روغن

بمنظور اجرای عملیات سرویس پستهای توزیع پس ازبازدید وتعیین میزان پستهای نیازمند به سرویس وتعمیرات ،آنالیزوپایش وضعیت روغن انجام گردید. نتایج بدست آمده جهت دسته بندی عملیات سرویس وتعمیرات مورد استفاده قرارگرفت . این دسته ها عبارت بودنداز:

دسته اول : سرریز یا تعویض روغن

دسته دوم:سرویس ظاهری وتعمیرات درمحل

دسته سوم:جایگزینی وحمل پست به کارگاه جهت انجام تعمیرات اساسی

نتایج پایش وضعیت باعث گردید که هزینه سرویس وتعمیرات پستهای توزیع باهمان مقدار سال قبل تعداد بیشتری ازپستها رادربرگرفته ضمنا تعداد بیشتری ازپستها بازدید وپایش وضعیت گردیدند.(جدول شماره ۶)

جدول (۶) :نتایج پایش وضعیت پستهای توزیع

بازدید	سرویس	تعادل بار	نظافت پستهای زمینی	تعمیرات اساسی
۱۰۷۴۰	۱۶۹۵	۲۰۵۸	۱۵۹۰	۱۶۹۵

بااجرای تعمیرات مبتنی برپایش وضعیت آمارسوختن ترانسفورماتورها درسال ۸۹ نسبت به سال قبل ۵۵٪ کاهش یافت .

۵-۵- پایش وضعیت عایقی

شبکه انتقال وتوزیع برق استان هرمزگان بدلیل گستردگی خطوط وپراکندگی مناطق جمعیتی تحت بالاجبار درکناره ساحل گسترده است . چنین موقعیتی باعث گردیده با نشست املاح روی مقره ها ی پرسلانی همزمان با افزایش رطوبت وترشدن سطح مقره پدیده تخلیه جرقه و کرونا انجام

گردیده ودرنتیجه با اضمحلال وفروپاشی عایق پایداری شبکه بدلیل قطعی های گسترده وزمان بری تشخیص مقره معیوب بخصوص درشب کاهش یابد .طی پانزده سال گذشته با هدف کاهش خطاهای عایقی ،تعویض وجایگزینی مقره های لاستیک سیلیکونی بجای مقره های پرسلانی بعنوان یک خط مشی درارتقاء قابلیت اطمینان شبکه انجام گردیده .نتایج ،کاهش قابل ملاحظه ای در خاموشیهای شبکه ها ی فشار متوسط رانشان داده است . درعین حال بیش از۷۵۰۰ کیلومترازشبکه های فشارمتوسط استان همچنان نیازمند به تعویض مقره میباشند که درحدود۳۷۵۰۰۰ عدد مقره لاستیک سیلیکونی برای تعویض نیازمنداست .تصویر(۴) نمونه عیب عایقی آشکارشده برروی مقره های پرسلانی درجزیره قشم رانشان میدهد.

تصویر(۴): پایش وضعیت عایقی بوشینگ ترانسفورماتورو

مقره پرسلانی درجزیره قشم

مزایای تصویر برداری کروناویژن در خصوص خطاهای عایقی نسبت به تصویر برداری حرارتی بشرح ذیل است:

الف) تفکیک عیوب مقره ناشی از کثیفی – کیفیت مواد – طراحی غلط و وجود درز و ترک خوردگی مویی در مقره و عیب حاد

ب) تشخیص سیم پارگی فشار متوسط وقوی .

ج) امکان تخمین بروز عیب کامل در مرحله بازدید و داشتن فرصت زمانی برای تعویض مقره های معیوب آماده بروز خطا طی برنامه زمان بندی پیشگیرانه

د) کاهش شدید خاموشیهای ناشی از خطاهای عایقی (عوامل بند الف)

و) تعیین اولویت بندی شستشوی خط و شستن مقره های نیازمند به تمیزکاری سطوح عایقی

ه) کاهش شدید زمان و هزینه تعویض مقره

۵-۵-۱- بررسی های فنی – اقتصادی جهت تعویض کل مقره های پرسلانی:

براساس برنامه استراتژیک شرکت سالیانه نیازبه تعویض ۶۰۰۰۰ مقره چینی به سیلیکونی میباشد. براساس مطالعات انجام شده حدود ۷۵۰۰ کیلومترازشبکه توزیع نیازمند تعویض مقره میباشدکه نیازمند به تعویض ۳۷۵۰۰۰۰ مقره دارد باتوجه به برنامه سالیانه تبیین شده تعویض کلیه مقره های مذکور حدودا ۷ سال بطول خواهدانجامید که هزینه های سالیانه باتوجه به نرخ تورم برابربشکل زیر محاسبه خواهدشد:

- سال اول :۲۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
- سال دوم : ۲۴۱۵۰۰۰۰۰۰۰ ریال
- سال سوم : ۲۷۷۷۲۵۰۰۰۰۰ ریال
- سال چهارم : ۲۵۲۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
- سال پنجم : ۳۰۷۴۴۰۰۰۰۰۰ ریال
- سال ششم : ۳۷۵۰۷۶۸۰۰۰۰ ریال
- سال هفتم : ۴۶۸۸۴۶۰۰۰۰۰ ریال
- جمع کل هزینه : ۲۱۳۲۵۸۷۸۰۰۰۰ ریال (۲۱۳ میلیارد ریال)

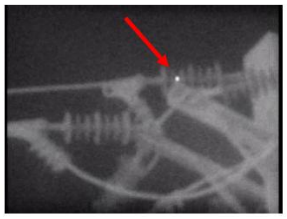
درحالیکه اگر ظرف حداقل دو سال کل ۷۵۰۰ کیلومتربازدید شود میتوان ۶۰۰۰۰ مقره رابصورت اثربخش شامل مقره های درحال تخریب یکجاعوض نمود وهزینه انجام کار تصویربرداری برابربا۲۳۶۹۲۵۰۰۰۰۰ ریال معادل تعویض یکسال مقره رابدین امراختصاص داد.(بااضافه کردن هزینه تعویض برابربا۲۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال)درعوض کلیه خاموشیهای ناشی ازخطاهای عایقی رابه عدد صفر نزدیک نمودوهزینه اضافی ناشی ازتورم درسالهای آتی رادرسال اول تا دوم انجام دادواضافه هزینه ناشی ازتورم راحذف نمود. بدیهی است ضمن انجام اینکار مقره های اولویت دوم ببعد نیزشناسائی شده وبا علامت زدن پایه ها توالی تعویض تاسال هفتم رانیز مشخص نمودویا برنامه تعویض مقره ها راباهدف کاهش هزینه درسال سوم بدلیل عدم ملاحظه معیوبی مقره های چینی حذف نمود.

۵-۵-۲- فروپاشی عایقی مقره های لاستیک سیلیکونی

هرساله گزارشات متعددی ازخطاهای عایقی منجربه سوختن مقره های لاستیک سیلیکونی گزارش شده است که نگران کننده است. درسال ۱۳۸۹ پس ازیک دوره نشست آلودگی نمکی وقبل ازشروع فصل بارندگی آذرماه ، وضعیت عایقی

مقره های لاستیک سیلیکونی چندساله نصب شده درشبکه توزیع جزیره قشم مورد پایش قرارگرفت .نتایج پایش وضعیت نشان داد متاسفانه میزان تخریب عایقی پیش رونده منجربه فروپاشی واضمحلال مقره های لاستیک سیلیکونی درطول ۳۰ کیلومترشبکه بازدید شده که تمامی مقره های آن تعویض شده وازنوع لاستیک سیلیکونی بوده اند ، بیش از انتظار بوده است .تصاویر نشان میدهد که وضعیت نامطلوبی بلحاظ کارکرد عایقی برای مقره های لاستیک سیلیکونی حادث شده است که قابل بررسی وتامل است .براین مبنا پایش وضعیت عایقی دربرنامه های نگهداری وتعمیرات برمبنای پایش وضعیت ازطریق تست کرونا بکمک دوربین کروناویژن crona vision)) گنجانده شده است.تصاویر(۵) و(۶)

تصویر(۵)و(۶): فروپاشی عایقی مقره های لاستیک سیلیکونی دربرنامه پایش وضعیت عایقی جزیره قشم



۶- بحث ونتیجه گیری :

استراتژی نگهداری وتعمیرات برمبنای پایش وضعیت (CBM) شبکه ها ی توزیع ارائه شده که هم اکنون درشرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان درحال پیاده سازی است برمبنای مدیریت علمی پیشرفته برگرفته ازآخرین روشهای متداول درنت بهره ور میباشدونتایج حاصل ازاجرائی اولیه این مدل نشان داده است که ضمن افزایش تعمیرات پیشگیرانه از ۲۵ درصد درسال ۱۳۸۷ به ۶۰ درصد درسال ۱۳۸۹که ناشی ازبازرسی ،اولویت بندی خرابیها، برنامه ریزی زمانبندی اقدامات اصلاحی ،انجام تعمیرات پیشگیرانه ،موجب انجام تعمیرات پیش بینانه درسطح امورهای بهره برداری بوده است . علاوه برآن کاهش خاموشیهای ناشی ازخرابیها بمیزان ۱۲ درصد درسال ۱۳۸۹ نسبت بسال قبل، نیزازتاثیرات اجرائی شدن مدل مذبورمیباشد .تاثیرگذاری روندراجرائی آن نسبت مستقیم به جنبش مغزافزاری پرسنل وتغییر نگرش وباورهای مدیران ارشد و میانی وپرسنل دست اندرکاراجرا وحتی پیمانکاران برق دارد.با تغییر باورها ، شاهد تغییر نگرش بهره برداری مبتنی براصل تعمیرات پیشگیرانه ،درآینده نزدیک موجب پیش افتادن امرتعمیرات پیشگیرانه نسبت به تعمیرا ت اضطراری وتبدیل تعمیرات پیشگیرانه به تعمیرات پیش اقدامانه وسپس تعمیرات پیش گویانه خواهیم بود.

مراجع:

[۱] " پروژه استقرارمدل ناب نگهداری وتعمیرات شبکه های توزیع دراستان هرمزگان": دکتراحمدعربشمالی مشاورپروژه

[۲] "پروژه سیستم جامع برنامه ریزی نگهداری وتعمیرات CMMS"، شرکت بهبودسیستم

[3] Maintenance Planning & Control , **By : Kelly,2006**

[4] Principles of planned Maintenance **, By : R. H. Clifton ,1995**

[5] Maintenance Management Techniques, **By : Corder ,1985**