معرفی مدل جدیدی برای تخمین عمرباقیمانده مقره های درحال کار وبررسی نتایج اجرای آن درشبکه توزیع برق هرمزگان

(12-F-PTL-1288)

غلامرضا نعمتی

شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان

ایران

واژه‌های کلیدی: مقره، کروناویژن ، تخلیه الکتریکی ، خطاهای عایقی ،پایش وضعیت ،گازکروماتوگرافی

چکیده

بهره برداری ازشبکه ها ی توزیع درمناطق باآلودگی سنگین نمکی همواره سخت وبا مشکلات فراوانی روبروبوده است.درزمینه مشکلات عایقی دغدغه اصلی گردانندگان شبکه وبرنامه ریزی ، تخمین عمر عایقی مقره ها است که بدلیل نشست سنگین آلودگی خطاهای عایقی ناخواسته فراوانی را به شبکه تحمیل میکند . دراین مقاله یک مدل کاربردی برمبنای پایش وضعیت عایقی مقره هامعرفی شده است که امکان تخمین عمر مقره ها ی کارکرده رانشان میدهد. مدل بااجرای پایلوت برروی مقره های شبکه هوائی توزیع جزیره قشم پیاده شده وباانجام آزمون هایی راست آزمائی شده است. نتایج پیاده سازی مدل نشان میدهد که با اجرای آن امکان صرفه جوئی حدود 190 میلیارد ریال درطرح جایگزینی وتعویض مقره ها ی کارکرده واقع درمناطق ساحلی آلوده (نظیراستان هرمزگان) وجوددارد.ضمنا نتایج این مدل قابل تعمیم به مقره های پرسلانی وکمپوزیتی خطوط فوق توزیع وفشار قوی نیز میباشد.

1- مقدمه

شبکه توزیع نیروی برق استان هرمزگان بدلیل واقع شدن درمحیطی باآلودگی سنگین نمکی همیشه دارای نرخ خاموشی بالایی بلحاظ خطاهای عایقی ناشی از فروپاشی مقره های خطوط هوائی بوده است . استفاده گسترده از مقره های کمپوزیتی دراحداث خطوط جدید (متوسط 38000 مقره)وتعویض سالیانه 10000 مقره کمپوزیتی نوبجای مقره های پرسلانی کارکرده ازجمله اقداماتی است که شرکت برای کاهش خاموشیهای ناشی از فروپاشی مقره ها ی شبکه ها ی هوائی خود انجام داده است . جدول (1) سیر تاریخی چند ساله نصب وتعویض مقره های پرسلانی با کمپوزیتی رانشان میدهد.نتیجه اقدامات موجب کاهش 18 درصدی آمار خاموشیهای ناشی از خطاهای عایقی درخلال سالهای گذشته شده است .واین درحالیست که هزینه های رفع اتفاقات وعملیات وتعمیرات ناشی از خطاهای مقره ها شامل عیب یابی وتعویض مقره طی چند سال گذشته بالغ بر33 میلیارد ریال با نرخ عدم فروش انرژی حدود 26 میلیون کیلوواتساعت طی 16700 مورد حادثه ثبت شده میباشد. (جدول2) درعین حال هزینه شستشوی مقره ها بدلیل کتیفی ناشی از آلودگی نمکی بروش سردطی همین مدت بالغ بر4میلیارد ریال بوده است .

بااینحال بدلیل بالابودن نرخ خطاهای عایقی مقره های کمپوزیتی (سالیانه 150 مورد فروپاشی مقره کمپوزیتی درخطوط هوایی) وخسارات وارده ناشی از عدم سرویس دهی مناسب بدلیل خاموشیهای طولانی مدتی که برای عیب یابی

وپیداکردن مقره های پانچ شده وتعویض آنها بـه شـرکت تحمیـل میگردد، موجب عدم اطمینان به کارایی این نوع مقره ها درمنـاطق با آلودگی سنگین نمکی شده ضرورت پایش وضـعیت عـایقی را اجتناب ناپذیر مینماید که تـاکنون هیچگونـه مـدلی بـرای اینکـار تعریف نشده است. براساس استانداردهای نگهـداری وتعمیـرات مبتنـــی بـــر پـــایش وضـــعیت (Condition Based Maintenance) که باختصار CBM نامیده میشـود، بااسـتفاده از تصویربرداری کرونا(Corona Vision) میتوان شدت تخلیـه های الکتریکـی هرمقـره را پـایش واندازه گیـری نمـود ومـدلی براساس میزان شدت کرونا متصور شدکه متناسب بـا میـزان عمـر باقیمانده مقره بلحاظ فروپاشی عایقی اسـت .درعـین حـال نتـایج این پایش با آزمونهای پیشرفته قابل اثبات اسـت کـه کـارائی ایـن مدل باپیاده سازی آن برروی یک فیدر نمونه باثبات رسـیده اسـت درادامه به مراحل تبیین این مدل اشاره میشود.

2- مدل تخمین عمرباقیمانده مقره ها

براساس انتظارات تشریح شده ازیک مدل قابل اجرا برا ی تخمین عمر عایقی ، با استفاده از فناوری پیشرفته تصویربرداری اشعه ماوراء بنفش (دستگاه کروناویژن) اقدام به پایش وضعیت عایقی بمنظور تخمین عمرباقی مانده مقره ها میشود.سپس بااستفاده ازمیزان شدت تخلیه های الکتریکی آشکارشده توسط این دستگاه ، اقدام به شمارش میزان این تخلیه ها دردقیقه میگردد. نتایج حاصله برمبنای طبقه بندی رفتاری مقره ها میتواند الگوئی کاربردی برا ی تخمین عمر مقره ها شود . ابتدا لازم است ماهیت کرونا وروش آشکارسازی کرونا بیان شود. افزایش شدت میدان الکتریکی اعمال شده به هوا در اثر عیوب عایقی، از حدود 30 کیلو وولت برسانتیمتر باعث تولیدیونهای مثبت و منفی می گردد. بدین نحو مولکولهای هوا یونیزه و یونهای مثبت تولیدی باعث تشکیل گاز ازن میشوند.ماندگاری طولانی کرونا برروی مقره سرامیکی بصورت فوق میتواند منجر به شکست عایقی هوا گردد .یونیزاسیون هوا بشرح فوق و در اثر عدم یکنواختی میدان های الکتریکی که با تولید اشعه ماوراء بنفش نیز همراه است را کرونا مینامیم که در صورت ماندگاری طولانی آن برروی مقره ها موجب تخریب بیشتر آنها ، یونیزاسیون روز افزون مولکولهای هواو درنتیجه شکست عایقی هوا می گردد.

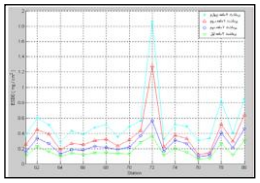
دستگاهها ی تصویربرداری کرونا(کرونا ویژن) این قابلیت را دارا میباشند که ضمن آشکارسازی کرونا میزان آنها دریک محدوده مشخص زمانی شمارش گردد. بدین لحاظ با انطباق دادن داده های تصویری جمع آوری شده از طول یک شبکه درحال بازدید ، میتوان اقدام به طبقه بندی عیوب مشاهده شده در مقره ها وتخمین میزان عمر باقیمانده آنها نمود. همانطورکه اشاره شد دراین مدل با شمارش میزان تخلیه الکتریکی رها شده از سطح یادرون مقره (فوتون ها) برحسب واحد ثانیه میتوان برمبنای دسته بندی آنها، گامها ی تخریب وزوال عایقی را محاسبه نمود. بدین لحاظ اقدام به اجرا ی یک مورد مطالعات پایلوت درآذرماه 1389 وقبل ازشروع بارندگی وپاک شدن طبیعی سطوح مقره ها ازآلودگی نمکی گردید.

3- انتخاب فیدرنمونه

بمنظور انجام پایش وضعیت عایقی خط فشار متوسط بنام انتقال درجزیره قشم بطول 50 کیلومتر مورد پایش قرارگرفت .شکل1موقعیت این فیدر درجزیره قشم درجنوب ایران ودرداخل آبهای خلیج فارس را نشان میدهد ابتدا قرار بود کلیه مقره های پرسلانی این خط به تعداد 2500 عدد تعویض ومقره ها ی لاستیک سیلیکونی جایگزین آنها شود. اعتبار برآورد شده پروژه حدود 900 میلیون ریال بود.

شکل 1: موقعیت فیدرهوائی انتقال

میزان نرخ خاموشیهای ناخواسته ناشی از خطاهای عایقی (تخلیه الکتریکی مقره های آلوده) 37 درصد کل خطاهای سالیانه فیدر مذکور است.درابتدا کلیه مقره های فیدر مذبورشامل 2500



شکل 2: میزان نمک تجمیعی برروی مقره ها دردوره های مختلف سال

مقره پرسلانی وکمپوزیتی توسط دوربین کروناویژن پایش وضعیت شد. لازم به تذکراست که براساس برداشت اطلاعات میزان تجمیعی نمک ، فیدر مذکور درنزدیکی ایستگاه سنجش آلودگی شماره 73 قراردارد که بلحاظ میزان نمک تجمیعی ازآلوده ترین نقاط برداشت اطلاعات شده است که درشکل 2این میزان برابربا 1.6 میلی گرم برسانتیمتر مربع سطح مقره آورده شده است .

4- روش انجام بازدید

4-1- نمونه های تحت پایش

جدول(3): دسته بندی انواع مقره تحت بازدید

نـــــــــوع مقره/سازنده	نـــوع مـــواد ساختاری	type	فاصـــــــله خزشی (mm)	قطر چترکها (mm)	تعداد چترک	سال نصب
A	Porcelain	Tension & suspension type	3*295	3*255	3*1	1365
B	Porcelain	Pin type	686	305	2	1365
C	composite	Tension & suspension type	875	125/110	9	1384
D	composite	Pin type	870	125/110	9	1384

برمبنای اطلاعات جمع آوری شده ازبین 2500 مقره رصد شده با سیستم تصویربرداری کرونا فقط 18 مقره (متشکل از مقره های پرسلانی ولاستیک سیلیکونی) منصوبه روی خط نیاز به برکناری فوری داشتند وحدود745مقره دیگر بشدت کثیف ونیازمند به شستشو بودند. دراین میان بیش از 1583 مقره بدلیل نشست آلودگی درحد آلودگی سنگین قابل برطرف شدن با بارندگی فصلی بودند.(جدول 4)

نتایج در5 گروه رتبه بندی شد:

- سطح اول آلودگی (آلودگی سبک) Level 1
- سطح دوم آلودگی (آلودگی سنگین) Level2
- گام اول تخریب Gum1
- گام دوم تخریب Gum2
- گام سوم ونهائی تخریب Gum3

4-3- بررسی وتجزیه وتحلیل نتایج

نتایج تصویربردار ی کرونا آشکار ساخت که 110 مقره درگام اول تخریب و44 مقره درگام دوم تخریب قراردارند با تعویض 172 مقره (بااعتباری بالغ بر60 میلیون ریال) وشستشوی مقاطعی از خط (حدود 10 کیلومتر) نیازی به صرف هزینه 900 میلیون ریالی نیست . همچنین این نتایج نشان دادکه 93 درصد مقره ها حتی درگام تخریب مرحله اول منطبق با مدل قرارندارند .هزینه اجرا ی عملیات پایش حدود 170 میلیون ریال بوده است که با هزینه تعویض وشستشوی مقره های کثیف ودرحال تخریب ، حدود 850 میلیون ریال صرفه جوئی عاید شرکت

درشبکه تحت بررسی شش مدل مقره روی یک فیدر فشار متوسط بنام انتقال بطول 50 کیلومتر نصب شده بود. مشخصات مقره ها بشرح جدول (3) است :

4-2- نتایج بازدید

خلاصه نتایج بازرسی از مقره ها درجدول 4 دسته بندی شـده است:

جدول (4): نتایج بازرسی مقره ها بروش کروناویژن

type	Level 1	Level 2	Gum1	Gum2	Gum3
A	388	51	0	1	0
B	720	535	6	6	0
C	147	14	12	5	2
D	328	145	92	32	16
total	1583	745	110	44	18

گردید. براین اساس مجموع مقره های درگامهای تخریب حدود 6 درصد کل مقره ها ی رصد شده میباشند.

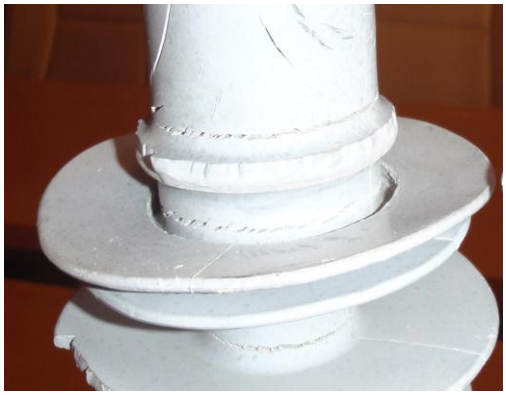
5- اندازه گیری شدت کرونای ساطع شده از مقره

نتایج حاصل ازبکارگیری این فناوری مطابق با مدل مندرج جدول (5) میباشد. شایان ذکراست که جمعیت آماری رصد شده دراین مدل براساس تصویربردار ی وپایش بیش از 2500 مقره انجام گردیده است .دراین مدل تخلیه های کرونا با میزان 10 الی 40 فوتون دردقیقه آلودگی سطح یک مقره ها رانشان میدهد.دراین سطح میتوان بکمک بارانهای متداول وعادی سالیانه وبرگشت خاصیت آبگریزی مقره ، عملکرد مقره را عادی تلقی نمود.درصورتیکه میزان فوتون رصد شده دردقیقه بین 40 تا 70 فوتون باشد ، میزان آلودگی سطحی فوق العاده بالا بوده وضرور ی است محدوده شبکه ای که مقره درآن محدوده قرار دارد بصورت باران مصنوعی (شستشو بروش خط گرم) را ازآلودگی زدود. دراین رابطه مقره ها ی رصد شده بازبینی شد وصحت موارد مورد تائید قرارگرفت .

با افزایش میزان تخلیه کرونا به میزان 70 تـا 100 فوتـون ، مـا با یک مسیر غیر قابل بازگشت تخریب عـایقی روبرومیشـویم کـه بیانگر بالا بودن میزان تخریب اسـت . درشـکل (3) مقـره نمونـه بازشده از شبکه که با تصویر برداری دراین محدوده کشـف شـده است ، ملاحظه میشود.

شکل 3: مقره درگام اول تخریب

باافزایش تخریب تحت شرایط آلودگی شدید ،شدت کرونـای ساطع شـده درمحـدوده 100 تـا 150 فوتـون دردقیقـه میرسـد .دراینحالت گام دوم تخریب عایقی آغازشده اسـت ومقـره درلبـه انتهـادی عمرباقیمانـده کـاری خـودقرارمیگیرد. افـزایش بارانهـای سالیانه ویا شستشوی بازدارنده دراین مرحلـه میتوانـد تـا یکسـال عمر باقیمانده مقره راتضمین نماید.نمونه مقره بازشده درایـن گـام درشکل (4) آورده شده است.



شکل 4: وضعیت میزان تخریب مقره کمپوزیتی درگام دوم

باتجاوز کردن شدت کرونای ساطع شده از مقره ازآستانه 150 فوتون بردقیقه ببـالا،مـا شـاهد کوتـاه بـودن عمرباقیملانـده مقـره (بخصوص) مقره کمپوزیتی درگام سوم هستیم. دراین مرحله تنها کار قابل انجام تعویض سریع مقره حداکثر ظـرف دوتـا 4 مـاه باقیمانده از عمر قابل پیش بینی مقره هستیم. شکل(5) یک نمونـه از مقره بازشده درگام سوم رانشان میدهد.

شکل 5: وضعیت میزان تخریب مقره کمپوزیتی درگام سوم

6- جدول نهائی بازرسی براسـاس انـدازه گیـری شدت کرونای ساطع شده

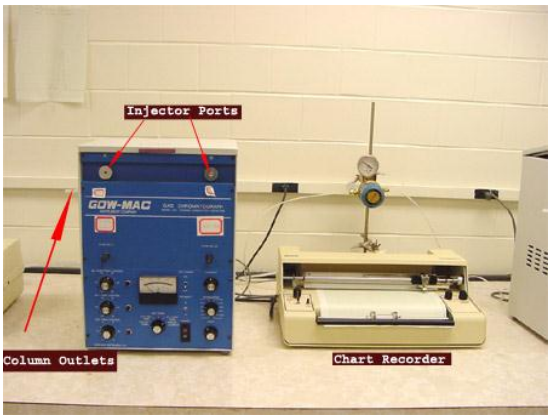
درجدول (5)ضمیمه ،نتایج کسب شده براساس پایش وضعیت عمر مقره های بازرسی شده آورده شده است . این نتایج جهت تعیین عمر باقیمانده مقره ها بخصوص مقره های کمپوزیتی مورد استناد قرارمیگیرند .برای اینکار طبق مدل نیاز به راست آزمائی از طریق آزمون گازکروماتوگرافی میباشد.لذا دراین

پروژه ازهردسته مقره تعدادی جهت انجام آزمون بازوبه آزمایشگاه فرستاده شد.

7- آزمون تعیین عمر باقیمانده براساس مدل جدید

7-1- تشریح آزمون گازکروماتوگرافی

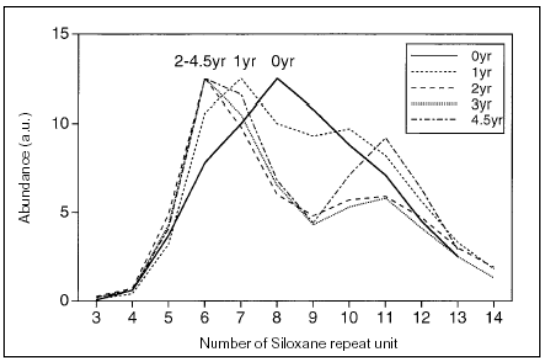
پس از جداساز ی مقره ها ، اقدام به آزمون GC/Mass مینمائیم . آزمون Gas Chromatography/mass spectrumآنالیزگازکروماتوگرافی وطیف سنجی جرمی برای تعیین دقیق میزان فروسائی برمبنای کاهش وزن مولکولی واحدهای سیلوکسان انجام میشود. مقدارکوچکی ازنمونه بداخل سرنگ کشیده میشودسپس سوزن سرنگ بداخل بخش انژکتوری وداغ دستگاه قرارمیگیرد.انژکتوردردرجه حرارتی بالاترازنقطه جوش ماده تنظیم میشود.(هردقیقه افزایش دما معادل ده درجه تاحد 250 درجه)یک گازحامل نظیرهلیم درانژکتورجاری شده وترکیبات گازی رابداخل ستون جی سی میبرد.درآنجاترکیبات ازهم تفکیک میگردد.ترکیبات ضمن عبورازستون توسط دستگاه دتکتور تحلیل میشوند.سپس ثبات پیک متناسب با مولکولهای تولید شده رارسم میکند.**(شکل 6)**



شکل 6: دستگاه گازکروماتوگرافی درحین آنالیز مقره

7-2- تجزیه وتحلیل نتایج آزمونها

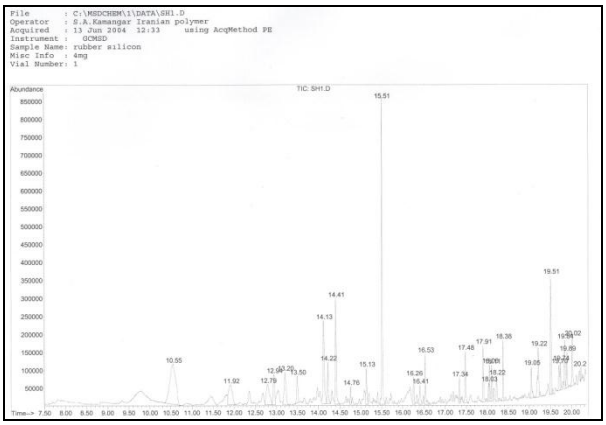
درشکل (7) منحنی توزیع منومرهای آزادآورده شده است که به تناسب پیری سالیانه مقره میتوان با شمارش توزیع سیلوکسانهای آزادکم وزن مولکولی ، میزان عمر باقیمانده مقره را پیش بینی نمود.



شکل 7: منحنی تغییر نرخ توزیع منومرهای آزاد

همانطورکه دراین منحنی مشاهده میشود باافزایش سن مقره های درمعرض آلودگی سنگین ، میزان توزیع سیلوکسانهای وزن مولکولی کم از زنجیره های 14 الی 16 تائی رو به نقصان میگذارد وبه زنجیره های کمتر از ده تا میرسد.بعبارتی دیگر تعداد این زنجیره های 16 تائی ببالا کاهش مییابد.

بنا برنتایج حاصله از این آزمون ، شکل (8) منحنی میزان توزیع منومرهای آزاد مقره بازشده درگام اول رانشان داده ومشخص میشود که مقره های با دسته های 14 تا 16 تائی درگام اول قراردارندومیتوانند بمدت 2تا3 سال آتی همچنان درپروسه بهره بردار ی انجام وظیفه نمایند. این مسئله نشان میدهد که درگام اول تخریب عایقی امکان برکناری مقره ظرف دوسال آینده وجوددارد.



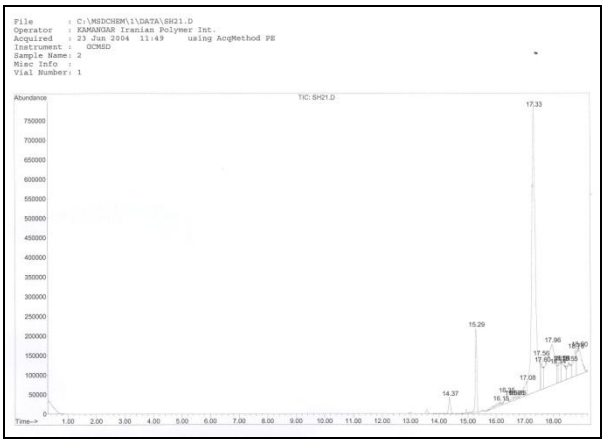
شکل 8: منحنی نتایج آنالیزگازکروماتوگرافی مقره واقع درگام اول تخریب

شکل (3) براساس رصد مقره با میزان تخلیه کرونا ی بین 70 تا 100 فوتون تهیه شده است . دراین تصویر مقره برکنارشده براساس تصویر برداری کرونا ملاحظه میشود.

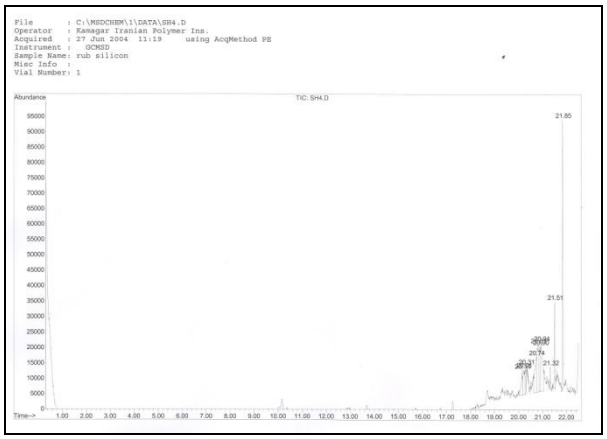
شکل (4)مقره برکنارشده با میزان تابش کرونای بین 100 تا 150 فوتون دردقیقه رانشان میدهد.براساس تصویر فوق بخوبی پیداست که مقره فوق درآستانه زوال قطعی قراردارد.با انجام

آزمون GC/Mass میزان شکستگی پیوندهای پلیمر بیش ازپیش آشکار گردیده وتوزیع منومرهای آزاد نشان میدهد که درکمترازیکسال فروپاشی قطعی برای این مقره قابل پیش بینی است .آزمون گازکروماتوگرافی این مقره درشکل (9) آورده شده است .نتایج آزمون نشان میدهدکه توزیع منومرها درمحدوده دسته های 16 تا 20 تائی میتواند توضیح خوبی برای قرارگرفتن یک مقره کارکرده درگام دوم تخریب باشد.

درشکل (5) گام سوم فروپاشی وزوال عایقی مقره مشخص شده است.این مقره آنچنان تخریب شده است که هیچ راهی جز برکناری آن باقی نمانده است .ترک های ایجاد شده درسطح چترک ها بیانگر تخریب صددرصد عایقی وآمادگی برا ی فروپاشی نهائی است که شاید کمتر ازدوماه انجام گردد.شدت کرونای اندازه گیری شده برای این دسته مقره حدود230 فوتون بردقیقه گزارش شده است .در شکل شماره (10) نتایج آزمون گازکروماتوگرافی برا ی این مقره آورده شده است . ملاحظه میشود که بطورکل میزان سیلوکسانهای آزاد بطورکلی کاهش شدید نشان میدهد(توزیع دسته های 20 تائی ببالا)واین بمعنی زوال سریع وقابل انتظار مقره ها درکمترازشش ماه میباشد.



شکل 9: منحنی نتایج آنالیزگازکروماتوگرافی مقره واقع درگام دوم تخریب



شکل 10: منحنی نتایج آنالیزگازکروماتوگرافی مقره واقع درگام سوم ونهائی تخریب

8- بررسی فنی – اقتصادی اجرای مدل تخمین عمر مقره

براساس برنامه استراتژیک شرکت سالیانه نیازبه تعویض 60،000 مقره چینی به سیلیکونی میباشد. براساس مطالعات انجام شده حدود 7500 کیلومترازشبکه توزیع نیازمند تعویض مقره میباشدکه نیازمند به تعویض 375،000 مقره دارد باتوجه به برنامه سالیانه تبیین شده تعویض کلیه مقره های مذکور حدودا 7 سال بطول خواهدانجامید که هزینه های سالیانه باتوجه به نرخ تورم بشکل زیر محاسبه خواهدشد:

- سال اول :21000 میلیون ریال
- سال دوم : 24150 میلیون ریال
- سال سوم : 27772 میلیون ریال
- سال چهارم : 28200 میلیون ریال
- سال پنجم : 30744 میلیون ریال
- سال ششم : 37507 میلیون ریال
- سال هفتم : 46884 میلیون ریال
- جمع کل هزینه : (213 میلیارد ریال)معادل با 174 میلیون دلار

درحالیکه اگر ظرف حداقل دو سال کل 7500 کیلومتربازدید شود میتوان 60،000 مقره رابصورت اثربخش شامل مقره های درحال تخریب یکجاعوض نمود وهزینه انجام کار تصویربرداری برابر با تقریبا 3 میلیاردریال معادل تعویض یکسال مقره رابدین امراختصاص

داد.(بااضافه کردن هزینه تعویض برابربا2.1 میلیون 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.

9- بحث ونتیجه گیری

برمبنای مدل تجربی ارائه شده که بعنوان یک ابزارجدید برای پایش وضعیت عایقی محسوب میشود، میتوان زمان تقریبی خطا وبرکناری مقره (اعم از سیلیکونی یا پرسلانی) راتشخیص داد.همانطورکه این مدل توضیح میدهد، میتوان براساس دومدل سطح آلودگی وسه سطح گام تخریب ، میزان عمر باقیمانده از عمر مقره را پیش بینی نمود.مدل مذکور بعنوان تجربه کارایران درکارگروه مقره های کمیته جهانی عایقی CIGRE2012 پاریس ارائه وبعنوان یک کارارزشمند ازسوی ایران ثبت ومنتشرگردیده است.

فهرست مراجع

[1] – آماروگزارشات مدیریت دیسپاچینگ شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان

[2] "علل فروسائی عایق سیلیکون رابر درمناطق ساحلی (استان هرمزگان)"، نعمتی، غلامرضا، شکرالهی، فاطمه،سومین سمینارتخصصی مقره ها ،بهمن ماه 1383، تهران

[3] "بررسی نتایج پایش وضعیت مقره ها ی پلیمری درمناطق با آلودگی نمکی سنگین"، نعمتی، غلامرضا، دوازدهمین سمینار تخصص انتقال نیرو ونهمین سمینار تخصصی مقره ها ، اسفندماه 1389 ،تهران

[4] G.Koerner, M.Schulze, J.Weis, Silicone Chemistry and Technology, Vulkan-Verlag, Essen, 1991

[5] A.K.Bhownick, H.L.Stephens, Handbook of Elastomers: Advances in Silicone Rubber Technology, New York, Marcel Dekker, 1988

ضمائم

جدول1: سیر تاریخی تعویض مقره های پرسلانی با سیلیکونی درشبکه توزیع برق استان هرمزگان

سال	تعداد مقره ها ی کمپوزیتی نصب شده	تعداد مقره های تعویضی (پرسلانی به کمپوزیتی)
1380	26000	6500
1381	23400	5850
1382	9880	2470
1383	25480	6370
1384	34840	8710
1385	41600	10400
1386	62400	15600
1387	50960	12740
1388	31200	7800
1389	18200	4550
1390	10400	2600
جمع کل	334360	83590

جدول2: آمار هزینه ها ی تفکیکی سالیانه ناشی از عیوب مقره ها

سال	تعداد حوادث	انرژی فروخته نشده (1000 کیلوواتساعت)	زمان تلف شده (ساعت)	هزینه اتفاقات وعملیات (ریال)
1385	2180	3150	2039	4361760000
1386	2070	3162	2180	4025984000
1387	1306	2033	1193	2454976000
1388	1286	2008	1301	2503296000
1389	1549	2883	1766	3528896000
1390	8391	13236	8479	16438912000
جمع کل	16782	26472	16958	33313824000

جدول (5): مدل تخمین عمر عایقی مقره براساس طبقه بندی میزان تخلیه الکتریکی رصد شده بروش بازرسی کروناویژن

ردیف	تعداد نمونه	شـــــــــدت کرونا(p/s)	وضعیت گام	توضیحات	تصاویر نمونه برداشت شده
1	1583	10-40	آلودگی سبک	وجود شرجی وکرونای معمولی	
2	745	40-70	آلودگی سنگین	کرونای حاد – نیاز به شستشو	
3	110	70-100	گام اول	آغاز تخریب نیاز به تعویض حداقل دوسال بعد	
4	44	100-150	گام دوم	تخریب گسترش یافته نیاز به تعویض حداقل یکسال بعد	
3	18	150بالا	گام سوم	تخریب نهائی تعویض کمترازشش ماه	